ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 FÉVRIER 1924.

PRÉSIDENCE DE M. GUILLAUME BIGOURDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BIOLOGIE. — *Contribution à l'étude des migrations chez les Ériosomiens.* Note de M. **Paul Marchal.**

On sait que les Pucerons de la tribu des Ériosomiens, ou Schizoneuriens, ont un cycle évolutif annuel caractérisé par des migrations entre l'Orme, jouant le rôle d'hôte définitif, et un autre végétal (Groseillier, Poirier, Pommier, etc.) jouant le rôle d'hôte intermédiaire. Ce cycle comprend une succession de générations parthénogénétiques, toutes aptères, à l'exception de deux, qui sont formées d'ailés spécialisés pour des migrations définies : la première lignée d'ailés, qui est virginipare et qui s'est développée au printemps sur l'Orme, dans des galles diversement conformées suivant les espèces d'Ériosomiens, abandonne l'Orme pour aller déposer les jeunes aptères de la génération suivante sur l'hôte intermédiaire ; la seconde lignée d'ailés, qui est sexupare et qui s'est développée sur l'hôte intermédiaire, effectue à l'arrière-saison la migration de retour sur l'Orme pour y engendrer les sexués. Ces derniers, enfin, produisent l'œuf d'hiver fécondé d'où sortira, au début du printemps, la fondatrice, qui, jointe à sa descendance parthénogénétique, déterminera sur les pousses ou les feuilles de l'Orme une galle nettement caractérisée pour chacune des espèces d'Ériosomiens.

Or il existe une espèce que j'ai antérieurement décrite sous le nom d'*Eriosoma ulmosedens* [1] dont le cycle s'écarte à certains égards du type qui précède. Chez cet Eriosomien, la descendance des ailés qui apparaissent dans les pousses d'Orme déformées en rosettes au cours de l'été, est en effet

---

(1) *Comptes rendus*, t. 169, p. 214, 1919.

mixte, à la fois composée d'asexués et de sexués. Les observations que j'ai pu faire au cours des dernières années confirment les premières données que j'avais recueillies en 1916 à cet égard. Elles établissent que les sexués de l'*Eriosoma ulmosedens* peuvent être engendrés en quantité importante par les ailés gallicoles qui se développent sur l'hôte définitif (*Ulmus campestris*). Dans les endroits où, à la suite de coupes d'arbres, des jeunes pousses sont produites tardivement dans la saison et dans le cas assez rare où les parasites ne déterminent pas l'anéantissement des colonies, la multiplication de l'Insecte se continue sur ces jeunes pousses jusqu'à l'arrière-saison. En 1921 et 1922 j'ai observé en août et septembre des colonies présentant sur l'Orme des nymphes et des ailés, ces derniers produisant des sexués. Les sexués deviennent de plus en plus nombreux dans la progéniture des ailés à mesure que l'on s'avance dans la saison. En juillet les sexués sont rares et la grande majorité de la progéniture des ailés est formée d'asexués (pourvus de rostres). Vers le 15 août les sexués (sans rostres) l'emportent en nombre sur les asexués et la majorité des ailés ne donne plus alors que des sexués, le même individu pouvant d'ailleurs engendrer des mâles et des femelles.

Le 4 septembre 1921, ayant mis en observation une nymphe avec la pousse sur laquelle elle s'était développée, je la vis se transformer en ailé le 8 septembre et cet ailé, après avoir erré le long de la tige, sans avoir pris son vol, déposa le 9 septembre une première femelle sur la pousse d'Orme où il s'était développé, puis une deuxième femelle sur une écorce qui lui fut présentée. Parmi les ailés gallicoles de l'*Eriosoma ulmosedens*, et contrairement à la règle qui prévaut chez les autres espèces du même groupe, il y a donc bien des ailés sédentaires, qui, au lieu d'émigrer sur un hôte intermédiaire pour y engendrer des asexués restent sur l'Orme pour y produire des sexués. Et ceci implique que pour revenir à la génération sexuée en partant de l'œuf fécondé et en passant par la série annuelle des générations parthénogénétiques, il n'y a pas chez cette espèce de migration *nécessaire* de l'Orme sur une autre plante. Cette curieuse particularité du cycle de l'*Eriosoma ulmosedens* peut être vraisemblablement considérée comme un vestige du cycle originel des Eriosomiens.

Elle n'exclut pas d'ailleurs la possibilité d'une migration partielle de cette espèce sur une plante inconnue au moyen des ailés les plus nombreux qui se développent d'une façon plus précoce dans les pousses déformées de l'Orme et dont la descendance est surtout composée d'asexués. Jamais, en effet, je n'ai pu obtenir sur l'Orme le développement des asexués issus de ces

ailés qui ont d'ailleurs une grande tendance à émigrer et, de plus, j'ai, à deux reprises différentes, trouvé sur l'Orme à l'arrière-saison (17 septembre 1921, 22 septembre 1922) des ailés dont les caractères spécifiques étaient identiques à ceux d'*Eriosoma ulmosedens*, mais qui contrairement aux ailés nés sur l'Orme présentaient des glandes cirières à facettes nettement apparentes; or on sait que cette dissemblance, en ce qui regarde l'appareil ciripare, entre les deux lignées annuelles d'ailés, se rencontre chez bien d'autres espèces du même groupe.

Bien qu'il m'ait été impossible jusqu'ici, malgré de nombreuses recherches et de multiples essais, de découvrir la plante qui pourrait servir d'hôte intermédiaire à l'*Eriosoma ulmosedens* (¹), on peut donc admettre qu'il existe pour cette espèce deux catégories de sexupares : l'une sédentaire, sur l'Orme, sans glandes cirières apparentes et l'autre rémigrante, avec glandes cirières à facettes bien distinctes.

En résumé, par la descendance mixte (en partie asexuée et en partie sexuée) de ses ailés gallicoles, ainsi que par l'existence de ses deux catégories de sexupares, l'*Eriosoma ulmosedens* représente un type particulièrement intéressant au point de vue de l'histoire des migrations cycliques entre végétaux différents chez les Aphidiens. Il correspond à un stade de l'évolution pour lequel la séparation de l'espèce en lignées distinctes et spécialisées pour des hôtes végétaux différents est encore incomplètement réalisée.

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Un argument en faveur de la nature électrostatique du champ moléculaire.* Note de M. **Pierre Weiss.**

I. On sait que l'on peut représenter les phénomènes ferromagnétiques au moyen de la loi de l'aimantation paramagnétique, en ajoutant au champ magnétique extérieur un champ moléculaire H_m proportionnel à l'intensité d'aimantation I

$$H_m = NI.$$

Ce champ moléculaire est l'expression de l'action mutuelle d'orientation des molécules magnétiques. On tire la meilleure détermination expérimen-

(¹) C'est le plus souvent sur les racines que vivent les générations hébergées par l'hôte intermédiaire. Ce fait explique les difficultés que l'on a généralement éprouvées pour découvrir l'hôte intermédiaire qui correspond à chacune des espèces (Poirier pour *Eriosoma lanuginosa*, Groseilliers pour *Eriosoma ulmi*, etc.).

tale de la constante N des régions étendues, au-dessus du point de Curie, où l'inverse du coefficient d'aimantation varie linéairement avec la température. La régularité de cette variation montre que dans la région en question la substance reste dans le même état. On trouve ainsi pour le nickel, entre 480° et 880° : N = 13,700, et pour le fer et le cobalt des valeurs du même ordre de grandeur.

Si, comme cela a été supposé implicitement, le champ moléculaire résultait de l'action à distance des moments atomiques, on devrait pouvoir appliquer ici la formule donnée par H.-A. Lorentz pour les diélectriques :

$$N = \frac{4}{3}\pi,$$

valeur démontrée dans le cas du réseau cubique et approximative dans les autres cas. La contradiction est flagrante : le coefficient de Lorentz est environ 3000 fois plus petit que celui que donne l'expérience. *Il est donc impossible que le champ moléculaire soit produit par les aimants élémentaires suivant les lois ordinaires du magnétisme.*

II. Étant donné ce que l'on sait par la radioactivité et le rayonnement sur la constitution de l'atome, on est amené à penser que le champ moléculaire pourrait être électrostatique. On peut imaginer qu'au moment magnétique d'un atome se superpose un moment électrostatique, un dipôle, ayant même direction que lui. Le champ moléculaire serait un langage magnétique pour des forces électrostatiques. L'orientation des molécules, donnant lieu à l'aimantation spontanée entre le zéro absolu et le point de Curie, serait un phénomène électrostatique et le moment magnétique n'aurait pour effet que de le rendre observable.

On peut se procurer facilement les moments de ces dipôles. On procédera comme pour le calcul du moment magnétique moléculaire σ_0 qui est donné par la formule de Langevin

$$\sigma_0^2 = 3RCM,$$

où $R = 83,15 \times 10^6$ est la constante des gaz, C la constante de Curie et M la molécule-gramme (la molécule magnétique est la quantité de matière qui porte un aimant élémentaire ; c'est le plus souvent l'atome). En combinant cette formule avec l'expression de la définition du point de Curie (température où l'aimantation spontanée disparaît),

$$CNd = \Theta,$$

où d est la densité, N la constante du champ moléculaire et Θ le point de

Curie, on a

$$\sigma_0^2 = 3\,\mathrm{R}\frac{\Theta \mathrm{M}}{\mathrm{N}d}.$$

Pour transposer au problème électrostatique correspondant il suffit de remplacer N par le coefficient de Lorentz $\frac{4}{3}\pi d$; le moment ε_0 du dipôle est alors donné par

$$\varepsilon_0^2 = \frac{9\mathrm{R}\Theta\mathrm{M}}{4\pi d}.$$

En divisant ε_0 par le nombre d'Avogadro $6,06 \times 10^{-23}$ on a pour le nickel où $\Theta = 652°$, $d = 8,6$, $\mathrm{M} = 58,7$:

nickel : $0,85 \times 10^{-18}$;

pour le cobalt où $\Theta = 1410°$, $d = 8,6$, $\mathrm{M} = 59,0$:

cobalt : $1,25 \times 10^{-18}$.

Si l'on suppose que dans la magnétite les deux atomes de fer ferrique sont les porteurs des moments, ce qui s'impose par ailleurs, et que par conséquent la molécule magnétique est

$$\mathrm{M} = \frac{1}{2}(\mathrm{Fe^3O^4}) = 115,8,$$

on trouve avec $\Theta = 649$, $d = 5,25$:

magnétite : $1,74 \times 10^{-18}$.

Pour le fer β il y a ambiguïté, on ne sait d'après les propriétés magnétiques si l'on doit attribuer un moment électrostatique à chacun des atomes de fer ou à un sur trois seulement. Dans le premier cas on a, avec $\Theta = 1047$, $d = 7,8$, $\mathrm{M} = 54,8$:

fer β : $1,09 \times 10^{-18}$;

dans le second on aurait, avec $\mathrm{M} = 3 \times 54,8$:

fer β : $1,90 \times 10^{-18}$.

III. Debye a montré, dans une théorie des diélectriques à constante variable avec la température, que les molécules de ces diélectriques sont porteurs de dipôles électrostatiques. Cette théorie, qui est une adaptation de la théorie cinétique du paramagnétisme de Langevin complétée par la formule de Lorentz, donne le moyen de calculer les moments de ces dipôles à partir des données expérimentales.

Voici quelques valeurs calculées par Debye :

Alcool méthylique	$0,34 \times 10^{-18}$
» éthylique	0,43 »
» propylique	0,5 »
» isobutylique	0,65 »
» amylique	0,79 »
Eau	0,57 »
Oxyde d'éthyle	1,18 »
Acétone	0,34 »
Toluol	0,51 »
Nitrobenzol	0,57 »

Tous ces moments électrostatiques non seulement ont le même ordre de grandeur mais sont compris dans des limites très étroites : $0,34 \times 10^{-18}$ et $1,18 \times 10^{-18}$. Les quelques déterminations faites par d'autres physiciens, d'après la même méthode ou déduites de l'équation d'état, restent à peu de chose près dans les mêmes limites.

IV. Les moments des dipôles électrostatiques des atomes des métaux ferromagnétiques calculés précédemment sont comme on le voit très voisins de tous les moments de dipôles connus. L'exemple du fer montre qu'une incertitude sur la grandeur de la molécule magnétique n'infirme pas la conclusion.

Cette constatation est un argument en faveur de l'origine électrostatique du champ moléculaire.

M. **Charles Moureu** s'exprime en ces termes :

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une Notice sur *Maurice Barrès et la Science française* (1). C'est la reproduction d'une leçon que j'ai faite au Collège de France le 5 janvier dernier et dont voici quelques lignes essentielles :

La Guerre, où chaque peuple avait jeté dans la balance du destin la totalité de ses forces, tant morales que matérielles, apparaissait comme une source de leçons sans précédent. Parmi les causes déterminantes de la victoire, Barrès discerna clairement le rôle de la Science, sans lequel l'héroïsme de nos troupes et le génie de leurs chefs eussent été stériles. Et il se persuada que la Science devait être maintenant un facteur primordial du relè-

(1) *Revue Bleue*, 2 février 1924.

vement économique et de la sécurité de la Nation. Organiser méthodiquement et solidement la recherche scientifique, d'où découlent, en dernière analyse, tous les progrès de l'Agriculture, de l'Industrie, de la Médecine, de l'Hygiène, telle était la tâche fondamentale qu'il fallait aborder sans retard.

Le but était aussi noble et élevé que précis. Pour l'atteindre, avant de tenter la moindre action au Parlement, Barrès, parlementaire avisé et, de plus, conscient de son ascendant personnel sur cette force irrésistible qu'est l'opinion publique dans un pays de libre démocratie, s'adressa à l'opinion publique. Il s'agissait de l'éclairer d'abord sur l'œuvre qu'avaient accomplie les savants durant la Guerre et de lui exposer ensuite celle qui leur incombait dans la Paix.

Barrès entreprit ainsi, dès le début de l'année 1919, cette admirable campagne de presse qui devait remuer si profondément les masses populaires. Elle eut bientôt son écho à la tribune de la Chambre des Députés, dans un discours fameux prononcé par l'illustre écrivain, le 11 juin 1920, sur la recherche scientifique. Les efforts ont abouti à ce mouvement national en faveur des laboratoires dont nous sommes aujourd'hui les témoins, et qui est un des gages les plus certains de la clairvoyante sagesse du Pays.

C'est une grande date pour la Science française, et, on peut hardiment l'ajouter, c'est une grande date dans l'histoire des causes profondes de l'évolution de notre Pays, que l'avènement de cet état d'esprit nouveau. Mais, pour qu'une telle œuvre puisse recevoir tout son développement, combien nous déplorons que l'action personnelle de Barrès nous fasse si prématurément défaut. Ce « Prince des Lettres » était si intimement pénétré de la puissance de la Science et de la nécessité vitale de donner à la France la plus solide structure scientifique, qu'il estimait que tout devait être mis en œuvre pour que, dans ce pays, imprégné surtout de culture littéraire et artistique, mais où il y a tant de souplesse d'intelligence et tant de variété dans les aptitudes, une large place fût faite aux sciences et à la technique dans le choix des carrières. Nous espérons fermement que son souvenir, l'ardente conviction avec laquelle il se fit l'avocat de la Science, notre volonté d'être ses continuateurs persévérants, gagneront à cette grande cause nationale la foule encore nombreuse des indifférents, que peut seule excuser une complète ignorance de la situation.

M. **Costantin** présente le tome VI de la *Flore complète illustrée en couleurs de France* de **Gaston Bonnier**. Cet ouvrage considérable n'a pas été interrompu par la mort de l'auteur et, au cours de l'année dernière, les fascicules ont paru aussi régulièrement que lorsqu'il était vivant. Il avait heureusement, avant son décès, achevé la préparation complète de cette œuvre très importante. La publication va en être continuée encore pendant plusieurs années.

NOMINATIONS.

M. **Émile Picard** est désigné pour faire partie du *Comité d'honneur* des fêtes par lesquelles le centenaire de la naissance de *Lord Kelvin*, sera célébré à Londres, les 10 et 11 juillet 1924.

M. **Paul Sabatier** est désigné pour représenter l'Académie aux fêtes du VIe centenaire de la fondation de l'*Académie des Jeux Floraux*, les 30 avril, 1er, 2, 3 et 4 mai 1924, à Toulouse.

ÉLECTIONS

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Académicien libre, en remplacement de M. *de Freycinet*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 65,

M. Maurice de Broglie obtient	. . . . . .	31 suffrages
M. Alexandre Desgrez »	. . . . .	29 »
M. Henri Pottevin »	. . . . .	2 »
M. Paul Séjourné »	. . . . .	2 »
M. Louis Martin »	. . . . .	1 suffrage

Au second tour de scrutin, le nombre de votants étant 66,

M. Maurice de Broglie obtient	. . . . . .	36 suffrages
M. Alexandre Desgrez »	. . . . . .	29 »
M. Paul Séjourné »	. . . . . .	1 suffrage

M. **Maurice de Broglie**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *La courbure aréale oblique casoratienne.* Note (1) de M. **Nilos Sakellariou**, présentée par M. Appell.

Dans son Mémoire, *Mesure de la courbure des surfaces suivant l'idée commune; ses rapports avec les mesures de courbure Gaussienne et moyenne* (2), F. Casorati introduit une mesure de la courbure des surfaces différente de celles, bien connues, de Gauss et Sophie Germain (3). Tandis que le premier a considéré le rapport entre l'aire d'une calotte infinitésimale entourant le point auquel on veut rapporter la mesure de la courbure, et l'aire d'une image de cette calotte, construite d'une certaine manière à l'aide des normales à la surface, Casorati suppose qu'un fil de longueur infiniment petite σ ait l'une de ses extrémités fixée au point O de la surface auquel on rapporte la courbure, et tourne en restant tendu sur la surface. Ce fil décrira un cercle géodésique qui sera la calotte de la surface. Il prend l'aire de ce cercle comme dénominateur du rapport dont la limite, si elle existe, sera la mesure de la courbure en O. Pour numérateur il prend l'aire de l'image du cercle construit non à la manière de Gauss, mais comme il suit. Sur chaque position OP du fil σ il prend OQ d'une longueur égale à la mesure de l'angle infiniment petit, que la normale à la surface en P fait avec la normale en O. En désignant par k cette mesure de la courbure en O, on a ce résultat que k est égale à

$$\frac{1}{2}\left(\frac{1}{R_1^2}+\frac{1}{R_2^2}\right),$$

où R_1, R_2 représentent les rayons (des sections normales) principales au point O. Dans son Mémoire, *Zur Theorie des Krummungsmaasses der Flächen* (4), R. von Lilienthal, en supposant les coordonnées des points

(1) Séance du 18 février 1924.

(2) F. Casorati, *Acta Mathematica*, t. 14, 1890, p. 95, et *Rendiconti del l'Instituto Lombardo*, 1889.

(3) Sophie Germain, *Sur la courbure des surfaces* (*Journal de Crelle*, t. 7, 1831).

(4) R. von Lilienthal, *Acta Mathematica*, t. 16, 1892, p. 143.

d'une surface qui n'est pas une sphère ou une surface développable comme fonctions régulières de deux variables indépendantes, considère un cercle infiniment petit décrit autour du point O de la surface, dont le rayon est supposé constant et égal à l'élément linéaire ds, et, par suite, l'aire est égale à $\pi\, ds^2$. A l'extrémité P de chaque rayon de ce cercle correspond une normale à la surface, voisine de celle qui correspond au point O, et si τ est la mesure de l'angle que fait la normale à la surface en P avec la normale en O et l'on prend sur le rayon correspondant OP le segment OQ égal à τ, il résulte une surface nouvelle fermée, dont l'aire est égale à

$$\frac{1}{2}\int_0^{2\pi} \tau^2\, d\omega,$$

où ω représente l'angle du rayon OP avec une direction tangentielle arbitraire mais fixée. Après cela, la mesure de Casorati est donnée par l'expression suivante

$$k = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{d\lambda^2 + d\mu^2 + d\nu^2}{ds^2}\, d\omega,$$

où (λ, μ, ν) sont les cosinus directeurs de la normale à la surface en O.

Lilienthal, en admettant que l'angle τ est remplacé par celui des tangentes de deux lignes de courbures voisines, a donné les mesures de courbure k_1, k_2 par les formules suivantes

$$k_1 = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\rho_1^2} + \frac{1}{\rho_2^2} + \frac{1}{R_1^2}\right), \qquad k_2 = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\rho_1^2} + \frac{1}{\rho_2^2} + \frac{1}{R_2^2}\right),$$

où ρ_1, ρ_2 sont les rayons de courbure géodésique des lignes de courbure.

Dans ce qui suit, je donne une formule générale pour la mesure de courbure d'une surface, analogue à celle que j'ai donnée pour la mesure de courbure de Gauss [1], formule qui contient comme cas particuliers entre autres celles de Casorati et de Lilienthal.

Si (g_0) est une droite arbitraire dans l'espace, qui passe par le point O de la surface (S), qui n'est pas une sphère ou une surface développable, nous supposons que l'angle ci-dessus τ est remplacé par l'angle que fait la droite (g_P) correspondante en P avec la droite en $O(g_0)$. Si L_i $(i = 1, 2, 3)$ sont les cosinus directeurs de la droite (g_0) par rapport aux axes constants (α, β, γ), ceux par rapport au trièdre principal de (S) au point O [déter-

[1] N. Sakellariou, *La courbure linéaire oblique et la courbure aréale oblique* (*Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 446) et *Contribution à la Théorie des surfaces* (*Bull. de la Soc. Math. de Grèce*, t. 1, p. 2).

miné par les deux tangentes principales et par la normale de (S)], et de plus si (A_1, B_1, C_1), (A_2, B_2, C_2), (λ, μ, ν) sont les cosinus du trièdre par rapport aux axes immobiles on a

$$(dw)^2 = \Sigma(dL_i)^2, \quad L_1 = A_1\alpha + A_2\beta + \lambda\gamma, \ldots,$$

où Δ_{μ} est l'angle de ces droites (g_0) et (g_p). Ainsi la mesure de courbure, soit k_g, dans ce cas général, que nous désignons comme mesure de courbure *oblique* tandis que celles de Casorati et de Lilienthal comme mesure de courbure *normale* et *tangentielle* respectivement, est donnée par la formule suivante

$$k_g = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{\Sigma(dL_i)^2}{ds^2}\,d\omega,$$

où ω représente l'angle que fait une direction tangentielle fixe de (S) passant par O avec un de rayon du cercle, dont le rayon est égal à ds. En supposant que $H_1 = 0$, $H_2 = 0$ sont les équations de lignes de courbure de (S) qui correspondent aux rayons de courbures principales R_2, R_1 respectivement on a

$$\frac{H_1}{ds} = -\frac{\cos\omega}{R_1}, \qquad \frac{H_2}{ds} = -\frac{\sin\omega}{R_2},$$

et pour la mesure de courbure oblique

$$\begin{aligned} k_g = {} & \alpha^2 k_1 + \beta^2 k_2 + \gamma^2 k + \frac{\alpha\gamma}{R_2\rho_1} + \frac{\beta\gamma}{R_1\rho_2} + \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}\frac{\Sigma(d\alpha)^2}{ds^2}du \\ & + \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{\alpha\,d\beta}{ds} - \frac{\beta\,d\alpha}{ds}\right)\left(\frac{\cos\omega}{\rho_2} - \frac{\sin\omega}{\rho_1}\right)d\omega \\ & + \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{\alpha\,d\gamma}{ds} - \frac{\gamma\,d\alpha}{ds}\right)\frac{\cos\omega}{R_1}\,d\omega + \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{\beta\,d\gamma}{ds} - \frac{\gamma\,d\beta}{ds}\right)\frac{\sin\omega}{R_2}\,d\omega. \end{aligned}$$

En supposant dans cette dernière formule $\alpha = 0$, $\beta = 0$, $\gamma = 1$, on a la mesure de courbure normale de Casorati k, et pour $\alpha = 1$, $\beta = 0$, $\gamma = 0$; $\alpha = 0$, $\beta = 1$, $\gamma = 0$ on a la mesure de courbure tangentielle de Lilienthal k_1 et k_2.

Si l'on suppose que (α, β, γ) sont constants, on a un système de rayons *covariant* [1], dont les cas précédents sont cas particuliers. Dans ce dernier cas la mesure de courbure oblique est donnée par la formule suivante :

$$k_c = \frac{1}{2}\left[\left(\frac{\alpha}{\rho_1} + \frac{\gamma}{R_2}\right)^2 + \left(\frac{\beta}{\rho_2} + \frac{\gamma}{R_1}\right)^2\right] + \frac{\alpha^2}{2}\left(\frac{1}{\rho_1^2} + \frac{1}{R_1^2}\right) + \frac{\beta^2}{2}\left(\frac{1}{\rho_1^2} + \frac{1}{R_2^2}\right).$$

---

(1) LILIENTHAL, *Ueber eine besondere Art von Strahlensysteme* (*Math. Annalen*, Bd 31, 1888, p. 85).

GÉOMÉTRIE. — *Sur la ligne droite et les parallèles d'Euclide.* Note de M. **Thomas Greenwood**, présentée par M. Paul Painlevé.

L'étude des inconvénients de la théorie ordinaire de la droite euclidienne nous a conduit à poser d'une façon nouvelle le problème de la spécification de cette droite au moyen d'un postulat unique : c'est le *postulat de courbure nulle* qui se trouve implicitement contenu dans chacun des deux postulats ordinaires de la droite euclidienne, celui de la droite unique et celui des parallèles. Nous y parvenons à l'aide d'un nouveau système hypothético-déductif de postulats ou axiomes génériques, de nombre minimum, convenant aux droites des trois métriques ordinaires.

Dans ce système de postulats génériques que nous basons sur les notions primitives de point et de distance, nous séparons complètement les idées de droite, de distance et de perpendicularité. Le postulat de courbure nulle une fois posé, le postulat de la droite unique en résulte comme un simple corollaire. Quant au postulat des parallèles, sa démonstration exige une nouvelle théorie des parallèles indépendante de tout postulat spécifique, mais basée sur une définition constructive des parallèles que nous établissons. Cette théorie des parallèles présuppose cependant les définitions des concepts dérivés (segment, plan, angle, circonférence), les postulats de congruence et de continuité, les propositions relatives aux angles, aux triangles et aux perpendiculaires, et enfin la convention de représenter les distances par des segments.

Système d'axiomes. — 1. Il existe une classe d'entités indéfinies appelées « points ».

2. Il existe entre deux points donnés quelconques une relation quantitative unique et invariante appelée leur « distance ».

3. Il existe entre deux distances données AB et CD une et une seule des trois relations $AB = CD$, ou $AB > CD$, ou $AB < CD$.

4. Il existe un ensemble illimité de points appelé une « ligne droite » tel que, étant donnés trois quelconques d'entre eux, il n'existe pas un quatrième point de cet ensemble dont les distances à ces trois points donnés sont égales.

5. Il existe sur une ligne droite des points appelés « points intérieurs », tels que, étant donnés deux points quelconques sur cette même ligne droite, les distances de chaque point intérieur aux deux points sont toutes égales à la distance entre ces deux points donnés.

6. Il existe des points « extérieurs » à une ligne droite.

7. Il existe sur une ligne droite au moins un point tel que la distance de ce point à un point donné extérieur à cette ligne droite est moindre que la distance entre ce point donné et tout autre point de la droite. Cette distance minimum est la distance entre le point donné extérieur à la droite et cette même droite.

8. *Le postulat de courbure nulle.* — Il existe une classe de lignes droites dites « droites euclidiennes », satisfaisant à cette condition que, étant données deux quelconques d'entre elles, A et B, et sur la droite A deux points m et n tels qu'aucun point de la droite A, intérieur par rapport aux points m et n, ne se trouve sur la droite B, si la distance entre un quelconque de ces points intérieurs et la droite B est moindre que la distance entre le point m et la droite B, cette distance est toujours plus grande que celle du point n à la droite B, et réciproquement.

Théorème. — Deux droites ne peuvent enfermer un espace.

Théorie des parallèles. — *Définition.* — Des lignes droites sont parallèles lorsque, dans un même plan, elles sont perpendiculaires à une même ligne droite.

Théorème I. — Étant données deux lignes droites parallèles, les distances de tous les points de l'une droite à l'autre sont toutes égales entre elles.

Théorème II. — Étant données deux lignes droites parallèles, une perpendiculaire abaissée sur l'une d'elles d'un point quelconque de l'autre, est aussi perpendiculaire à cette autre.

Théorème III. — Étant donné un point extérieur à une ligne droite donnée, on ne peut mener qu'une parallèle unique de ce point à cette ligne droite.

Théorème IV. — Étant données deux lignes droites parallèles, si, par un point qui leur soit extérieur, nous abaissons deux perpendiculaires sur les parallèles données, ces deux perpendiculaires sont sur une même ligne droite.

Théorème V. — Étant données deux parallèles coupées par une sécante commune, les angles alternes internes formés par la sécante avec les parallèles sont égaux.

Théorème VI. — Étant données deux lignes droites formant avec une sécante deux angles alternes internes égaux, ces deux lignes droites sont parallèles.

Théorème VII. — Étant données deux lignes droites également distantes l'une de l'autre, ces deux lignes droites sont parallèles.

Théorème VIII. — Étant données deux lignes droites parallèles, ces parallèles ne se rencontrent jamais.

Théorème IX : Postulat d'Euclide. — Si une droite en rencontre deux autres de façon à faire du même côté de celles-ci des angles intérieurs dont la somme est inférieure à deux angles droits, ces deux droites prolongées se rencontreront nécessairement du côté où la somme des angles intérieurs est moindre que deux angles droits.

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Sur la connexion projective des surfaces.* Note de M. E. Cartan, présentée par M. Emile Borel.

1. Si l'on veut en Géométrie projective attribuer à toute surface une *connexion projective* intrinsèque, l'idée la plus naturelle est de raccorder les plans tangents en deux points infiniment voisins A et A′ de la surface par projection conique faite d'un point H attaché au point A. Il faut pour cela qu'on puisse faire correspondre d'une manière invariante à tout point A de la surface un point H (*pôle normal*) non situé dans le plan tangent en A. Cela est impossible tant qu'on ne fait appel qu'aux éléments des trois premiers ordres de la surface, mais cela devient possible, et d'une infinité de manières, si l'on fait appel aux éléments des quatre premiers ordres (1).

L'indétermination disparaît en partie si l'on ajoute la condition que les tangentes aux *lignes de courbure projectives* (qui correspondent aux développables de la congruence formée par les *normales projectives* AH) soient *conjuguées*. La normale projective est alors bien déterminée : c'est celle qui a été désignée de ce nom par M. G. Fubini (2). On peut encore la caractériser par la propriété suivante : Si l'on rapporte la surface à un tétraèdre ayant pour un de ses sommets le point A, pour une de ses faces le plan tangent en A et pour une de ses arêtes la normale projective, la fonction $\frac{R}{(s^2-rt)^{\frac{13}{4}}}$, où

(1) Ces éléments permettent en effet d'attacher au point A un repère projectif invariant; comme il existe deux invariants différentiels projectifs du quatrième ordre, tout point dont les coordonnées relatives sont des fonctions données à l'avance de ces deux invariants est lié d'une manière invariante au point A.

(2) G. Fubini, *Atti R. Ac. Sc. Torino*, t. 53, 1917-1918, p. 1037; *Atti R. Ac. Lincei*, t. 32, 1923, p. 276.

Dans le cas des hypersurfaces à plus de deux dimensions la condition indiquée *ne suffit plus* pour caractériser la normale projective (voir E. Cech, *Ann. di Mat.*, 3e série, t. 31, 1923, p. 251).

R désigne le résultant des deux premières formes φ_2 et φ_3 du développement de z, a une valeur *stationnaire* en A. Le choix d'un tel tétraèdre de référence entraîne l'existence d'une suite de formes différentielles

$$\Psi_2 = \omega_{13}\omega_{31} + \omega_{23}\omega_{32}, \quad \Psi_3, \quad \ldots,$$

dont la première est définie intrinsèquement à un multiple près de la forme asymptotique $\Phi_2 = \omega_1\omega_{13} + \omega_2\omega_{23}$.

II. On peut se proposer les problèmes suivants :

1° Pour quelles surfaces la normale projective se confond-elle avec la normale affine?

2° Pour quelles surfaces la normale projective se confond-elle avec la normale ordinaire (tant en géométrie euclidienne qu'en géométrie cayleyenne)?

3° Pour quelles surfaces (*sphères projectives*) la normale projective passe-t-elle par un point fixe?

Pour chacun de ces problèmes on obtient un système différentiel dont la solution générale dépend de trois fonctions arbitraires d'un argument et, dans chacun des trois cas, les caractéristiques sont les lignes de Segre des surfaces intégrales (conjuguées des lignes d'osculation quadrique de Darboux).

On peut ajouter que la normale projective ne se confond jamais simultanément avec la normale affine et avec la normale ordinaire.

III. La normale projective étant bien déterminée, on peut encore choisir le pôle normal H d'une infinité de manières. L'un des choix les plus naturels consiste à le prendre sur la *quadrique de Lie*. Il y aurait lieu de se demander si la connexion projective correspondante peut être de nature métrique : il *faut* pour cela que la normale projective se confonde avec la normale ordinaire. Un autre problème consiste à chercher les surfaces admettant une représentation géodésique projective sur le plan; la solution de ce problème ne dépend du reste pas du choix du pôle normal H sur la normale projective.

IV. Ce qui précède s'applique aux surfaces *non réglées*. Dans le cas des surfaces *non développables et distinctes des quadriques*, il existe un pôle normal et un seul défini d'une manière intrinsèque par les éléments des quatre premiers ordres; pour un repère convenablement choisi qui rejette le point H à l'infini dans la direction de l'axe des z, l'équation de la surface au voisinage de A est [1]

$$z = xy + \frac{1}{6}x^3 + \varphi_5(x, y) + \ldots.$$

---

[1] Cf. WILCZYNSKI, *Trans. Amer. Soc.*, t. 9, 1908, p. 229.

Les lignes de courbure projectives ne forment ici un réseau conjugué que si les génératrices de la surface appartiennent à une congruence linéaire.

La seule surface réglée projectivement isomorphe au plan est la surface de Cayley; son pôle normal est fixe; c'est aussi la seule dont les normales projectives passent par un point fixe.

Il existe deux catégories de surfaces réglées admettant une représentation géodésique sur le plan. La première est formée des surfaces à ligne flecnodale double; lorsque le point A décrit une génératrice G, le pôle normal H décrit la tangente asymptotique au point où la ligne flecnodale coupe G, la normale projective AH pivotant autour d'un point fixe. La seconde catégorie est formée des surfaces dont les génératrices appartiennent à une congruence linéaire; le long d'une génératrice G, le pôle normal H décrit une droite appartenant à la même congruence linéaire, la normale projective AH engendrant une quadrique. Dans le cas où la congruence linéaire est spéciale, le pôle normal, fixe pour tous les points d'une même génératrice, décrit la directrice de la congruence.

V. Dans le cas des surfaces *développables* (autres que les cônes) on peut définir d'une manière intrinsèque un pôle normal et un seul au moyen des éléments des six premiers ordres. L'équation réduite correspondante est

$$z = \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{2}x^3y + \left(\frac{1}{24}\,\mathrm{I}\,x^6 + \frac{9}{8}x^4y^2\right) + \ldots.$$

La connexion projective d'une surface développable n'est jamais sans courbure : *une surface développable n'est donc jamais projectivement développable sur un plan.*

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur la similitude.*

Note de MM. **L. Escande** et **M. Ricaud**, présentée par M. Brillouin.

Cette Note a pour objet l'étude de deux cas distincts :

I. *Coude brusque à* 90°. — Nous avons opéré sur deux modèles semblables. Le coude était constitué par deux tronçons de conduite en zinc, de diamètre D, à angle droit, et ayant leurs axes dans un même plan horizontal. La longueur du tronçon amont était L_1 et celle du tronçon aval L_2. L'extrémité aval portait un ajutage tronconique dont le diamètre de sortie $d = \frac{3}{4}D$. L'écoulement était provoqué par une charge H (cm d'eau) sur l'axe de la conduite.

Les dimensions du petit modèle D', L'_1, L'_2, d', et les charges correspondantes H'

sous lesquelles on opérait, étaient telles que

$$\frac{D}{D'} = \frac{L_1}{L'_1} = \frac{L_2}{L'_2} = \frac{d}{d'} = \frac{H}{H'} = \lambda' = 2,5.$$

On avait ainsi :

$$D = 10^{cm}, \quad L_1 = 150^{cm}, \quad L_2 = 90^{cm}, \quad d = 7^{cm},5;$$
$$D' = 4^{cm}, \quad L'_1 = 60^{cm}, \quad L'_2 = 36^{cm}, \quad d' = 3^{cm}.$$

Nous avons pour chaque modèle :

1° Mesuré les débits correspondant à des charges déterminées;

2° Étudié, dans les mêmes conditions d'écoulement, la répartition des pressions le long de la génératrice extérieure contenue dans le plan horizontal de l'axe.

Nous avons, par exemple, obtenu pour les débits :

$$H = 175^{cm},5, \qquad Q = 19^{l/sec},5,$$
$$H' = \frac{175,5}{2,5}, \qquad Q' = 1,92;$$

d'où

$$\frac{Q}{Q'} = 10,2.$$

D'après la loi de Froude, on doit avoir

$$\frac{Q}{Q'} = \lambda'^{\frac{5}{2}} = 9,9.$$

La vérification [1] est donc satisfaisante. Il en résulte que le rapport des pertes de charge, dues aux coudes, dans les deux modèles, $\frac{\Delta H}{\Delta H'} = \lambda'$.

Pour étudier la similitude des pressions, nous avons construit la courbe (x', h'), ayant pour abscisses les distances du sommet du coude aux prises du manomètre et pour ordonnées les valeurs correspondantes de la pression. On a construit de même la courbe $\left(\frac{x}{2,5}, \frac{h}{2,5}\right)$ pour le grand modèle.

Le Tableau suivant permet de se rendre compte de la concordance.

---

[1] Le rapport $\frac{Q}{Q'}$ a toujours été trouvé légèrement supérieur à 9,9; cela tient sans doute à l'influence des pertes de charge linéaires qui, elles, ne sont pas dans le rapport de similitude; la perte de charge pour le grand modèle est plus faible qu'elle ne devrait être.

	x ou $\frac{x}{2,5}$ (cm).	h' (cm d'eau).	$\frac{h}{2,5}$ (cm d'eau).	Observations.
amont ↑	16......	42,4	42,5	H' ou $\frac{H}{2,5} = 66^{cm}$ dans cette expérience
	13......	41,8	42	
	10......	42	42	
	7......	42,1	42,4	
	4......	45,6	46	
	1......	46,9	47,2	
Sommet du coude.				
aval	1......	50,1	50,1	
	4......	44,6	44,8	
	7......	23,7	20	Divergence
	10......	24,7	23	Divergence
	13......	25,3	25,3	
	16......	26,8	26,7	
↓	19......	26,5	26,9	

On voit donc que les pressions sont dans le rapport de similitude sauf pour la divergence locale indiquée.

II. *Canal découvert. Surface de discontinuité produite par un obstacle cylindrique.* — Un canal de longueur a_1, de largeur b_1, précédé à son extrémité amont d'un pavillon pour guider les filets liquides, est alimenté par un bassin; à son extrémité aval, un autre ajutage dirige les filets vers une fente rectangulaire verticale ayant toute la hauteur du canal et une largeur d_1.

On place dans ce canal, à une distance c_1 de l'extrémité aval, un cylindre circulaire de diamètre D_1, dont l'axe vertical coïncide avec le plan de symétrie du canal. Une pointe effilée permet de déterminer la profondeur d'eau h_1.

On a relevé la forme générale des filets liquides au voisinage de l'obstacle et l'on a déterminé par la méthode chronophotographique habituelle, dans le plan normal à la direction du canal passant par l'axe du cylindre, la loi de répartition des vitesses W_1 à la surface libre, en fonction des distances à la paroi, l_1.

On a opéré ensuite sur un deuxième modèle caractérisé par les paramètres a_2, b_2, c_2, d_2, D_2, h_2 tels que

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{b_1}{b_2} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{D_1}{D_2} = \frac{h_1}{h_2} = \lambda' = 2.$$

Les dimensions des modèles (en centimètres) étaient les suivantes :

$a_1 = 200$, $b_1 = 16,2$, $D_1 = 5$, $c_1 = 140$, $d_1 = 2$, $h_1 = 11$;
$a_2 = 100$, $b_2 = 8,1$, $D_2 = 2,5$, $c_2 = 70$, $d_2 = 1$, $h_2 = 5,5$.

On a observé une similitude rigoureuse de la forme des filets liquides et

en particulier des surfaces de discontinuité obtenues dans les deux modèles.

De plus on a construit les courbes $\left(\frac{l_1}{\lambda'}, \frac{W_1}{\sqrt{\lambda'}}\right)$ et (l_2, W_2) qui sont pratiquement confondues comme le montrent les résultats reproduits dans le Tableau suivant :

$\frac{l_1}{2}$ ou l_2 (mm).	$\frac{W_1}{\sqrt{2}}$ (mm/sec).	W_2 (mm/sec).
6,2	82,6	86
7,7	87,5	87,5
8,2	92,5	88,5
8,5	89,5	89
9,05	89,5	89,5
9,6	91	90
11	91	91
11,85	91	92,2
14,4	94,5	95
14,7	94,5	95
16,4	97,5	97
18,3	99	98,8
19,5	98,5	99,6
21,4	101	101,5
22,35	104	102,5

La loi de Froude paraît donc s'appliquer au système complexe étudié.

Conclusion. — Les rapports de similitude sont trop faibles pour qu'on puisse affirmer que les lois de la similitude s'appliquent à des rapports beaucoup plus élevés. Cependant les concordances obtenues nous ont paru intéressantes à signaler.

AÉRODYNAMIQUE. — *Sur la résultante aérodynamique moyenne d'un planeur à ailes en M aplati soumis latéralement à des pulsations aériennes horizontales.* Note [1] de M. **Louis Breguet**, présentée par M. Deslandres.

Le but de cette Note est d'analyser l'effet sur la résultante aérodynamique de pulsations horizontales reçues latéralement par des ailes en M aplati [2].

---

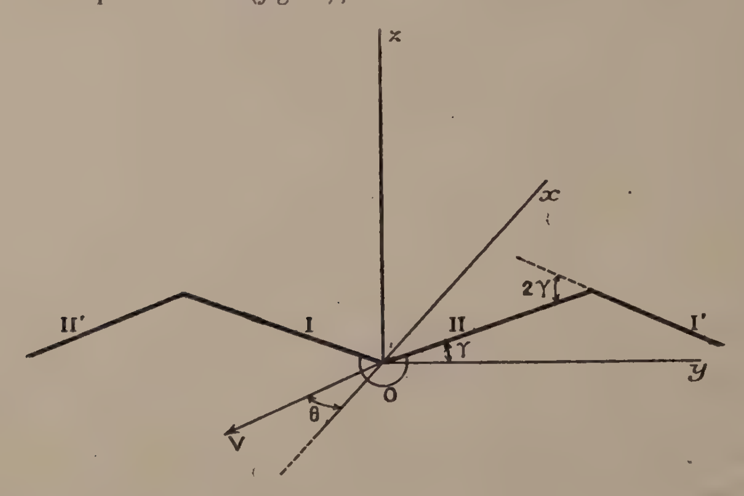
[1] Séance du 11 février 1924.

[2] M. Alexandre Sée, en 1908, s'était rendu compte de l'utilisation probable par les oiseaux des vents relatifs louvoyants, mais, faute d'une analyse mathématique, il avait cru qu'elle s'opérait grâce au relèvement des bouts d'ailes et au balancement latéral, alors que la vitesse de celui-ci atténue le phénomène et peut même l'annuler.

Cet effet spécial sera prochainement soumis par nous à des expériences de laboratoire. Mais nous n'avons pas voulu attendre ces vérifications de nos déductions, devant l'importance des conclusions de notre analyse qui livreraient le secret du vol à voile dynamique des oiseaux.

Soient :

i, c_x, c_z l'incidence en radians au temps t d'une aile comptée à partir de celle du minimum de traînée et les coefficients de traînée et de poussée rapportés à la vitesse aérodynamique et à sa normale dans un plan perpendiculaire à l'aile contenant la vitesse aérodynamique et affectés de l'indice 1 pour les parties d'ailes parallèles I et I′ et de l'indice 2 pour II et II′ (*fig.* 1);



c'_x, c'_y, c'_z les coefficients unitaires rapportés aux trois axes rectangulaires Ox, Oy, Oz, Ox étant suivant la distance moyenne;

$v = v_M \sin \omega t$ la vitesse au temps t de la pulsation, de maximum v_M et de période T telle que $\omega T = 2\pi$;

V, θ la vitesse aérodynamique dont les variations de grandeur seront négligées et son inclinaison en radians au temps t sur Ox dans le plan xOy;

P, S, γ le poids du planeur, sa surface et la pente de ses ailes sur l'horizontale.

Le calcul montre que la meilleure incidence moyenne de vol est celle du minimum de traînée. La constance à tout instant de la sustentation exige la fixité de l'aile par rapport à la vitesse moyenne. En assimilant $\sin\theta$ à θ et $\cos\theta$ à l'unité, on trouve, avec une approximation qui nous suffit, que les incidences respectives des ailes au temps t seront

$$i_1 = \theta \sin\gamma \quad \text{et} \quad i_2 = -\theta \sin\gamma.$$

En écrivant, comme cela est admis :

$$c_x = \alpha + \beta i^2 \tag{1}$$

et

(2) $$c_z = A + B\,i,$$

il vient

(3) $$c_{x_1} = c_{x_2} = \alpha + \beta\theta^2 \sin^2\gamma,$$

(4) $$c_{z_1} = A + B\theta\sin\gamma, \qquad c_{z_2} = A - B\theta\sin\gamma,$$

(5) $$c'_x = \frac{1}{2}[c_{x_1} + c_{x_2} - \theta\sin\gamma(c_{z_1} - c_{z_2})] = \alpha - (B-\beta)\,\theta^2\sin^2\gamma,$$

(6) $$c'_y = \frac{1}{2}[(c_{x_1} + c_{x_2})\,\theta + \sin\gamma(c_{z_1} - c_{z_2})] = (\alpha + B\sin^2\gamma)\,\theta,$$

(7) $$c'_z = \frac{1}{2}(c_{z_1} + c_{z_2}) = A\cos\gamma.$$

La sustentation étant constante à chaque instant, la *trajectoire n'a pas d'ondulations verticales*, d'où

(8) $$\frac{d^2z}{dt^2} = 0, \qquad \frac{dz}{dt} = 0 \quad \text{et} \quad \frac{P}{S} = \frac{a}{2g} A\cos\gamma V^2.$$

D'autre part, grâce à la forme en M, les couples de roulis peuvent être annulés, ce que nous supposons, les parties I et II des ailes engendrant un couple opposé à celui des parties I′ et II′. Les ondulations horizontales de la trajectoire sont connues en écrivant

(9) $$\frac{P}{g}\frac{d^2y}{dt^2} = \frac{a}{2g}c'_y S V^2 = \frac{aS}{2g}(\alpha + B\sin^2\gamma)\,\theta V^2$$

avec

(10) $$\theta = \frac{1}{V}\left(v_M \sin\omega t - \frac{dy}{dt}\right).$$

L'intégration de (9) donne

(11) $$\theta = \frac{v_M}{V}\,\frac{\omega\rho}{1 + \omega^2\rho^2}(\omega\rho\sin\omega t + \cos\omega t)$$

avec

(12) $$\rho = \frac{2P}{SVa(\alpha + B\sin^2\gamma)}.$$

Ceci posé, la condition de possibilité du vol à voile est que la valeur moyenne de la résistance c'_x soit nulle dans la période, ce qui donne

(14) $$\left(\frac{v_M}{V}\right)^2 = \frac{2\alpha}{(B-\beta)\sin^2\gamma}\left(1 + \frac{1}{\omega^2\rho^2}\right),$$

d'où

(15) $$v_M^2 = \frac{2\alpha g}{A(B-\beta)\cos\gamma\sin^2\gamma}\left[\frac{2P}{Sa} + \frac{g(\alpha + B\sin^2\gamma)^2}{A\omega^2\cos\gamma}\right].$$

Discussion. — D'après l'équation (15), il apparaît que plus α est petit et $B - \beta$ et A grands, moins l'intensité v_M de la pulsation du vent a besoin d'être grande. L'avantage des ailes à grande envergure relative pour lesquelles B et A sont simultanément grands est encore plus marqué ici que dans le cas de pulsations verticales. Pour un planeur genre Goëland nous prendrons $\alpha = 0,014$, $\beta = 1,3$, $B = 5$, $A = 0,4$ et $\gamma = 20°$, soit $\sin\gamma = 0,342$.

	$\frac{P}{S}$	V.	T.	1^s.	$2^s\ {}^1/_{10}$.	$3^s\ {}^{14}/_{100}$.	$4^s\ {}^{20}/_{100}$.	$6^s\ {}^{28}/_{100}$.	$7^s\ {}^{86}/_{100}$.
Albatros...	10^k	20 m : sec	v_M	$5^m,28$	$5^m,40$	$5^m,60$	$5^m,88$	$6^m,57$	$7^m,20$
Goëland ...	5^k	14 m : sec	v_M	$3^m,76$	$3^m,93$	$4^m,20$	$4^m,55$	$5^m,43$	$6^m,18$

Il est remarquable, contrairement à ce que nous avons précédemment indiqué pour l'utilisation de pulsations verticales, que les pulsations horizontales de *toutes périodes* jusque vers 8^s sont efficacement utilisables surtout si l'on note que dans le vent, l'intensité des pulsations croît en général avec leur période. De telles vitesses de 5^m à 7^m à la seconde des pulsations de périodes de 3^s à 8^s sont communément observées dans les fortes brises de mer. Leur utilisation par des ailes passives et indéformables de grande envergure relative en forme d'M aplati à 140° environ permettrait donc à des planeurs tels que ceux envisagés de voler à voile, c'est-à-dire sans dépense propre de puissance, celle-ci étant puisée dans l'énergie interne du vent.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Distribution du champ électromagnétique dans un milieu en repos.* Note [1] de M. **Umberto Crudeli**, présentée par M. Appell.

Soit (s) l'espace où l'on considère la distribution du champ électromagnétique, dans l'hypothèse que cet espace soit limité par une surface (σ) fixe et fermée [surface que nous regarderons comme face intérieure du contour de (s)]; soient, en outre, respectivement ε, μ, λ le pouvoir inducteur spécifique, la perméabilité et la conductibilité électrique du milieu contenu dans (s) (milieu que nous supposerons isotrope et homogène). Cela posé, nous pouvons écrire les équations de Maxwell-Hertz

$$(1)\qquad \left\{\begin{array}{l} \varepsilon \dfrac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} + 4\pi\lambda\mathbf{E} = c\,\mathrm{rot}.\mathbf{H}, \qquad \mu\dfrac{\partial \mathbf{H}}{\partial t} = -c\,\mathrm{rot}\,\mathbf{E}, \\ \qquad\qquad \mathrm{div}.\,\mathbf{H} = 0, \end{array}\right.$$

(1) Séance du 11 février 1924.

ayant dénoté par **E** et **H** respectivement la force électrique et la force magnétique et par c la vitesse de la lumière dans le vide.

Nous désignerons par **n** un vecteur unitaire dirigé comme la normale à la surface (σ) et par $\mathbf{n} \times \mathbf{E}$ le produit scalaire de **n** par **E**. Or, en supposant l'espace (s) *simplement connexe* (c'est-à-dire à connexion linéaire simple), je vais montrer que, dans la correspondance qui résultera ci-après manifeste, à chaque triple, constitué par une solution régulière des équations

$$(2) \qquad \varepsilon\mu \frac{\partial^2 \mathbf{U}}{\partial t^2} + 4\pi\lambda \frac{\partial \mathbf{U}}{\partial t} = c^2 \Delta_2 \mathbf{U},$$

$$(3) \qquad \operatorname{div} \mathbf{U} = 0,$$

dans l'espace (s) et par les déterminations initiales de $\operatorname{div} \mathbf{E}$ dans (s) et de $\mathbf{n} \times \mathbf{E}$ sur (σ) (déterminations initiales qui sont susceptibles, ainsi que nous le verrons, d'être assignées arbitrairement, pourvu qu'on respecte, comme il est naturel, la régularité), correspond une solution (régulière), et une seule, du système (1) dans l'espace (s), dans laquelle solution la force électrique se calculera de la manière que nous allons voir, tandis que la force magnétique sera représentée par la susdite solution des équations (2) et (3).

Soit donc, **K** une solution des (2) et (3); et soit **F** le vecteur ayant

$$-\frac{\mu}{c}\frac{\partial \mathbf{K}}{\partial t}, \qquad \alpha = \alpha_0 e^{-\frac{t}{\tau}}, \qquad e^{-\frac{t}{\tau}}\left\{\beta_0 + \frac{c}{\varepsilon}\int_0^t (\mathbf{n} \times \operatorname{rot} \mathbf{K})\, e^{\frac{t}{\tau}}\, dt\right\},$$

respectivement comme rotation dans l'espace (s), comme divergence dans le même espace et comme produit $\mathbf{n} \times \mathbf{F}$ sur la surface (σ), en désignant par e la base des logarithmes naturels, par α_0 et β_0 les déterminations initiales respectivement de $\operatorname{div} \mathbf{E}$ dans (s) et de $\mathbf{n} \times \mathbf{E}$ sur (σ), par τ le temps de relaxation $\left(\text{c'est-à-dire } \frac{\varepsilon}{4\pi\lambda}\right)$. Alors, en posant (avec la signification usuelle pour la lettre r)

$$(4) \qquad \mathbf{G} = \mathbf{F} + \frac{1}{4\pi} \operatorname{grad} \int_{(s)} \alpha \frac{ds}{r},$$

nous connaîtrons immédiatement rot **G** dans (s) et les valeurs de $\mathbf{n} \times \mathbf{G}$ sur (σ); en outre nous aurons $\operatorname{div} \mathbf{G} = 0$ dans (s). On pourra donc appliquer les formules de Stekloff [1] pour le calcul du vecteur **G**. Après ce calcul on obtient aussi l'expression de **F** au moyen de (4). L'espace (s) étant simplement connexe nous aurons toujours un seul vecteur **F** correspondant aux valeurs considérées de div **F** et de rot **F** dans (s) et de $\mathbf{n} \times \mathbf{F}$ sur (σ); autrement [c'est-à-dire si l'espace (s) n'était pas à connexion

---

(1) *Annales de la Faculté des Sciences de l'Université de Toulouse*, 1908.

linéaire simple] on devrait introduire la considération de ce que M. Appell ([1]) définit comme *modules* relatifs aux diverses classes de courbes fermées qu'on pourrait tracer dans (s). Or, en posant

$$\mathbf{V} = \varepsilon \frac{\partial \mathbf{F}}{\partial t} + 4\pi\lambda \mathbf{F} - c \operatorname{rot} \mathbf{K}$$

et en n'oubliant pas la construction de $\mathbf{F}$, nous aurons, dans (s),

$$\operatorname{div} \mathbf{V} = \varepsilon \frac{\partial \alpha}{\partial t} + 4\pi\lambda\alpha = 0, \qquad \operatorname{rot} \mathbf{V} = -\frac{\varepsilon\mu}{c} \frac{\partial^2 \mathbf{K}}{\partial t^2} - \frac{4\pi\lambda}{c} \mu \frac{\partial \mathbf{K}}{\partial t} + c \Delta_2 \mathbf{K} = 0;$$

et, sur (σ),

$$n \times \mathbf{V} = \varepsilon \frac{\partial (n \times \mathbf{F})}{\partial t} + 4\pi\lambda \mathbf{n} \times \mathbf{F} - c \mathbf{n} \times \operatorname{rot} \mathbf{K} = 0.$$

Donc, (s) *étant à connexion linéaire simple*, nous avons certainement $\mathbf{V} = 0$ dans (s), c'est-à-dire $\varepsilon \frac{\partial \mathbf{F}}{\partial t} + 4\pi\lambda \mathbf{F} = c \operatorname{rot} \mathbf{K}$.

Mais, puisqu'on a $\mu \frac{\partial \mathbf{K}}{\partial t} = -c \operatorname{rot} \mathbf{F}$ (par construction) et, en outre, $\operatorname{div} \mathbf{K} = 0$ (par hypothèse), notre théorème est démontré [c'est-à-dire : le couple $(\mathbf{F}, \mathbf{K})$ constitue une solution du système (1)].

Ce théorème, permet d'ailleurs d'obtenir toute solution régulière du système (1) dans l'espace (s).

Au moyen d'un procédé analogue à celui qui précède, nous pourrions, en outre, établir la proposition suivante : A chaque triple, constitué par une solution (disons-la $\mathbf{E}_1$) régulière des équations (2) et (3) dans l'espace (s) *simplement connexe* et par les déterminations initiales de $\operatorname{div} \mathbf{E}$ dans (s) et de $\mathbf{n} \times \mathbf{H}$ sur (σ) (déterminations initiales susceptibles d'être assignées arbitrairement, pourvu qu'on respecte, comme il est naturel, la régularité), correspond une solution (régulière), et une seule, du système (1) dans l'espace (s), dans laquelle solution la force électrique sera représentée par le vecteur

$$\mathbf{F}_1 = \mathbf{E}_1 - \frac{e^{-\frac{t}{\tau}}}{4\pi} \operatorname{grad} \int_{(s)} \alpha_0 \frac{ds}{r},$$

où α_0 représente la détermination initiale de $\operatorname{div} \mathbf{E}$, tandis que la force magnétique sera le vecteur $\mathbf{K}_1$ pour lequel on a dans (s)

$$\operatorname{rot} \mathbf{K}_1 = \frac{\varepsilon}{c} \frac{\partial \mathbf{F}_1}{\partial t} + \frac{4\pi\lambda}{c} \mathbf{F}_1, \qquad \operatorname{div} \mathbf{K}_1 = 0,$$

([1]) *Traité de Mécanique rationnelle*, t. 3.

et, sur la surface (σ),

$$\mathbf{n} \times \mathbf{K}_1 = \gamma_0 - \frac{c}{\mu}\int_0^t (\mathbf{n} \times \operatorname{rot} \mathbf{E}_1)\, dt,$$

en dénotant par γ_0 la détermination initiale de $\mathbf{n} \times \mathbf{H}$ sur (σ).

Il va sans dire que de cette manière on pourra aussi obtenir toute solution régulière du système (1) dans l'espace (s).

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le principe d'action et les lois de la dynamique de l'éther.* Note ([1]) de M. H. **Eyraud**, transmise par M. Émile Borel.

Nous nous plaçons dans un espace de Weyl ([2]). Le déplacement parallèle d'un vecteur contrevariant U^i, d'un scalaire I, d'un vecteur covariant V_p sont respectivement données par les formules

(1) $$dU^i = -\Gamma^i_{kr} U^k dx^r \qquad (i, k, r, \ldots = 0, 1, 2, 3),$$

(2) $$dI = -I\,\varphi_r\, dx^r \qquad (\Gamma^r_{ik} = \Gamma^r_{ki}),$$

(3) $$dV_p = V_i\, dx^r (\Gamma^i_{pr} - \varepsilon^i_p \varphi_r) \qquad (\varepsilon^i_p = 0 \text{ si } p \neq i,\ 1 \text{ si } p = i);$$

la dérivée covariante d'un tenseur quelconque f^k_i sera

(4) $$\frac{\partial f^k_i}{\partial x^r} - f^k_p \Gamma^p_{ir} + f^p_i (\Gamma^k_{pr} - \varepsilon^k_p \varphi_r) + f^k_i \varphi_r;$$

le tenseur fondamental a des composantes covariantes ou contrevariantes qui vérifient

(5) $$\frac{\partial g_{ik}}{\partial x^r} - g_{pk}\Gamma^p_{ir} - g_{ip}\Gamma^p_{kr} + g_{ik}\varphi_r = 0,$$

(5)' $$\frac{\partial g^{ik}}{\partial x^r} + g^{pk}\Gamma^i_{pr} + g^{ip}\Gamma^k_{pr} - g^{ik}\varphi_r = 0.$$

Nous représentons maintenant par des lettres italiques les densités tensorielles.

De la densité scalaire s on déduit par dérivation covariante la densité vectorielle

(6) $$\frac{\partial s}{\partial x^r} - \Gamma^p_{rp} s$$

([1]) Séance du 18 février 1924.

([2]) Weyl, *Raum, Zeit, Materie.*

plus généralement, on obtient par dérivation d'une densité quelconque f_i^k

$$\frac{\partial f_i^k}{\partial x^r} - f_p^k \Gamma_{ir}^p + f_i^p(\Gamma_{pr}^k - \varepsilon_p^k \varphi_r) - f_i^k \Gamma_{rp}^p, \tag{7}$$

si l'on appelle g le déterminant des éléments g_{in} et si l'on pose $\mathcal{G}^{ik} = \sqrt{g}\, g^{ik}$, on démontre les deux formules utiles

$$\frac{\partial \mathcal{G}^{ik}}{\partial x^r} + \mathcal{G}^{ip}\Gamma_{pr}^k + \mathcal{G}^{pk}\Gamma_{pr}^i - \mathcal{G}^{ik}\varphi_r = 0, \tag{8}$$

$$\frac{\partial}{\partial x^r}(\log\sqrt{g}) - \Gamma_{rp}^p + 2\varphi_r = 0. \tag{9}$$

Nous nous proposons dans ce qui suit un double but.

1° Attribuer une signification géométrique aux différentes grandeurs physiques qui servent à la description des états de l'éther.

2° Établir les lois de l'éther à partir d'une fonction d'action qui en détermine la structure.

Nous considérons séparément la partie symétrique R_{ik} et la partie symétrique gauche E_{ik} du tenseur courbure contracté P_{ik} de sorte que nous avons

$$R_{ik} = \frac{\partial \Gamma_{ik}^l}{\partial x^l} - \frac{1}{2}\left\{\frac{\partial \Gamma_{lk}^l}{\partial x^i} + \frac{\partial \Gamma_{li}^l}{\partial x^k}\right\} + \Gamma_{ik}^q \Gamma_{ql}^l - \Gamma_{lk}^q \Gamma_{qi}^l, \tag{10}$$

$$E_{ik} = \frac{1}{2}\left\{\frac{\partial \Gamma_{li}^l}{\partial x^k} - \frac{\partial \Gamma_{lk}^l}{\partial x^i}\right\}. \tag{11}$$

Ces équations constituent le premier système des équations de l'éther; le tenseur E_{ik} joue le rôle du champ électromagnétique. Nous appellerons R_{ik} le champ métrique.

Nous formons maintenant la densité scalaire $\mathcal{A}$ qui sera la fonction d'action. Nous prendrons pour $\mathcal{A}$ la racine carrée du déterminant des éléments P_{ik} [Einstein (1)].

Nous définissons ensuite à côté des tenseurs R_{ik}, E_{ik} les densités tensorielles correspondantes

$$\mathcal{G}^{ik} = \frac{\partial \mathcal{A}}{\partial R_{ik}}, \qquad \mathcal{H}^{ik} = \frac{\partial \mathcal{A}}{\partial E_{ik}}. \tag{12}$$

Nous appliquons maintenant le principe d'action stationnaire en donnant aux Γ des variations arbitraires, qui conservent toutefois le caractère projectif de l'espace (conservation de géodésiques). Nous devrons écrire

$$\int \left(\frac{\partial \mathcal{A}}{\partial \Gamma_{\alpha\beta}^\gamma} - \frac{d}{dx^\sigma} \frac{\partial \mathcal{A}}{\partial \cdot \dfrac{\partial \Gamma_{\alpha\beta}^\gamma}{\partial x^\sigma}} \right) \cdot \delta\Gamma_{\alpha\beta}^\gamma . dx = 0 \tag{13}$$

(1) Einstein, *Sitzber.*, 1923.

avec

$$\delta \Gamma^{\gamma}_{\alpha\beta} = \varepsilon^{\gamma}_{\alpha}.\psi_{\beta} + \varepsilon^{\gamma}_{\beta}.\psi_{\alpha},$$

ψ_{α} étant un vecteur covariant arbitraire.

Il vient ainsi les équations

$$\begin{aligned}\Big[-2\left(\frac{\partial \mathcal{G}^{\alpha\beta}}{\partial x^{\gamma}} - \mathcal{G}^{\alpha\beta}.\Gamma^{\lambda}_{\gamma\lambda} + \mathcal{G}^{i\beta}\Gamma^{\alpha}_{\gamma i} + \mathcal{G}^{i\alpha}\Sigma^{\beta}_{\gamma i}\right)\\ + \varepsilon^{\alpha}_{\gamma}\left(\frac{\partial \mathcal{G}^{\beta\sigma}}{\partial x^{\sigma}} + \mathcal{G}^{ik}\Gamma^{\beta}_{ik} - \frac{\partial \mathcal{H}^{\beta\sigma}}{\partial x^{\sigma}}\right)\\ + \varepsilon^{\beta}_{\gamma}\left(\frac{\partial \mathcal{G}^{\alpha\sigma}}{\partial x^{\sigma}} + \mathcal{G}^{ik}\Gamma^{\alpha}_{ik} - \frac{\partial \mathcal{H}^{\alpha\sigma}}{\partial x^{\sigma}}\right)\Big](\varepsilon^{\gamma}_{\alpha}\psi_{\beta} + \varepsilon^{\gamma}_{\beta}\psi_{\alpha}) = 0.\end{aligned}$$

Pour y satisfaire nous assujettissons $\mathcal{G}^{ik}$ à vérifier les équations (8); il faudra alors que les $\mathcal{H}^{ik}$ vérifient les équations

(14) $$\frac{\partial \mathcal{H}^{\alpha\sigma}}{\partial x^{\sigma}} + \frac{3}{5}\mathcal{G}^{\beta\sigma}\varphi_{\sigma} = 0,$$

(8) et (14) constituent le deuxième système des équations de l'éther; elles permettent grâce à (12) de déterminer les 44 grandeurs Γ et φ en fonction des champs, et les équations du premier système donneront les 16 composantes des champs, connaissant un état initial de l'éther.

A côté de la densité d'énergie-impulsion électromagnétique

(16) $$\mathcal{S}^{k}_{i} = \mathrm{E}_{ir}\mathcal{H}^{kr} - \frac{1}{2}\varepsilon^{k}_{i}(\mathrm{E}.\mathcal{H})$$

nous écrivons la densité d'énergie-impulsion métrique

(17) $$\mathfrak{T}^{k}_{i} = \mathrm{R}_{ir}\mathcal{G}^{kr} - \frac{1}{2}\varepsilon^{k}_{i}(\mathrm{R}.\mathcal{G}),$$

qui n'est pas autre chose que la densité tensorielle d'Einstein sur laquelle repose sa théorie de la gravitation.

On vérifie sans difficulté que les deux densités d'impulsion sont complémentaires,

(18) $$\mathcal{S}^{k}_{i} + \mathfrak{T}^{k}_{i} = 0.$$

ACOUSTIQUE. — *Sur les expériences relatives à la propagation du son à l'occasion des prochaines explosions provoquées à la Courtine.* Note de M. **Ernest Esclangon**, présentée par M. Émile Borel.

Une Note de M. Bigourdan (¹) a signalé l'intérêt des études possibles sur la propagation du son aux grandes distances à l'occasion des fortes explosions qui seront provoquées à la Courtine, en mai 1924, par les soins des services de l'Artillerie.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie quelques suggestions relatives à certaines recherches que ces explosions exceptionnelles pourraient permettre d'entreprendre.

Tout d'abord, j'attirerai l'attention sur certains appareils de détection à grande distance que leur extrême simplicité met pour ainsi dire à la portée de tous.

Les ondes engendrées par les explosions sont constituées, ainsi que je l'ai établi en 1915 au cours de mes recherches pendant la guerre (²) par une *percussion manométrique* (c'est elle qui produit la sensation physiologique de détonation) suivie d'amples oscillations de pression non sonores et que, pour ces raisons, j'ai appelées *infra-sons* (³), lesquels se propagent avec la vitesse du son.

Les appareils de repérage les plus efficaces sont précisément ceux qui sont sensibles aux seuls infra-sons, absents dans les détonations provenant du sillage aérien des projectiles, ce qui permet une discrimination physique aisée des ondes de bouche et des ondes balistiques.

Or le détecteur *infra-sonore* à la fois le *plus simple* et le *plus sensible* peut être constitué de la manière suivante :

Imaginons un récipient quelconque, de préférence à parois légèrement élastiques (un bidon d'essence par exemple de 5^l ou 10^l); munissons-le à sa partie supérieure d'un tube *court* (3^{cm} à 5^{cm}) et de 6^{mm} à 7^{mm} de dia-

---

(¹) *Comptes rendus,* t. 178, 1924, p. 25.

(²) *Archives de la Commission de Gavre*, 1915-1918; *Revue scientifique*, 9 avril et 23 avril 1921.

(³) Des infra-sons prennent naissance dans des circonstances banales, et chaque fois qu'on déplace *brusquement* dans l'air une surface quelconque (ouverture d'une porte, d'une fenêtre, etc.). Un déplacement continu au contraire ne produit pas d'infra-sons.

mètre intérieur. Faisons arriver dans le récipient (par sa partie inférieure, par exemple) du gaz d'éclairage que nous allumons à l'extrémité de la courte tubulure supérieure ([1]). Réglons enfin l'*entrée* du gaz dans le récipient de manière à obtenir une flamme de 10^{mm} à 20^{mm} de hauteur.

La flamme ainsi obtenue est extrêmement sensible aux infra-sons, en particulier aux ondes engendrées à la bouche des canons ou par les explosions. Elle sera probablement éteinte à 50^{km} par les explosions projetées à la Courtine, ou, dans tous les cas, manifestera de très grandes oscillations. Elle peut être installée à l'*intérieur* d'une salle quelconque, dont les fenêtres resteront ouvertes.

Un autre appareil plus simple, moins sensible mais encore intéressant, est constitué par une banale lampe à essence presque vide (c'est-à-dire insuffisamment garnie); la flamme en étant réglée très courte (4^{mm} à 6^{mm}). Le premier appareil peut être employé dans toutes les villes comportant une canalisation de gaz; le second peut l'être partout; celui-ci sera d'autant plus sensible que son volume utile (volume gazeux) sera plus grand et il est bien facile de construire, au besoin, des lampes de fortune pour cette circonstance ([2]).

Je signalerai quelques points importants méritant un intérêt scientifique spécial. Les ondes provenant des explosions sont des ondes amorties dont la période, du reste très mal définie (car le phénomène est loin d'être extrêmement périodique) est d'autant plus grande que la quantité d'explosif est plus considérable. Ces ondes se déforment dans leur structure intime avec la distance. La percussion manométrique initiale peut même disparaître et ne laisser subsister que l'infra-son consécutif; le phénomène n'est plus audible mais reste décelable par des appareils infrasonores (j'ai obtenu des enregistrements répétés et à grande distance dans ces conditions).

Une autre circonstance qui donne lieu aux manifestations les plus singulières est celle de la *réflexion* des ondes sur les surfaces de discontinuité atmosphériques (discontinuités de vitesses notamment). La théorie permet

---

([1]) Il est important d'attendre quelques minutes avant l'allumage, pour être bien assuré que le récipient est plein de gaz pur et non d'un mélange explosif d'air et de gaz.

([2]) Par exemple, un bidon contenant seulement un peu d'essence dans laquelle plonge une longue mèche débouchant par une courte tubulure à l'extérieur, quelques précautions sont à prendre pour éviter toute possibilité d'explosion.

de prévoir toutes les conséquences possibles de telles réflexions [1], fréquentes vis-à-vis de phénomènes dont l'intensité permet le franchissement, par propagation, d'énormes distances sur lesquelles s'échelonnent les caractères météorologiques les plus divers.

Tout d'abord, lorsqu'il n'y a pas réflexion totale, l'onde réfléchie peut être directe (c'est-à-dire semblable à l'onde incidente), soit *inversée*, c'est-à-dire semblable mais avec des signes contraires; dans ce dernier cas, au lieu de débuter par une *compression*, l'onde réfléchie débute par une *dépression*. J'ai assez souvent enregistré ce phénomène d'inversion à Gavre.

Lorsqu'il y a *réflexion totale*, le phénomène devient plus particulièrement intéressant encore. L'onde réfléchie est la superposition de deux ondes, dont la première est semblable à l'onde incidente, sauf qu'elle peut être directe ou inversée; mais la seconde peut n'avoir que des rapports lointains avec la première. Elle est analogue à une sorte d'onde d'induction ou de réaction dont les amplitudes dépendent des dérivées dans les variations d'amplitude de l'onde incidente, et aussi, quoique à un degré moindre, des éléments de l'onde tout entière. Les caractères d'audibilité physiologique notamment peuvent être profondément altérés. Une onde pourrait être, en ce qui concerne son audibilité, éteinte par réflexion, ou, au contraire, une onde non audible pourrait le devenir après réflexion.

On voit par cela même combien est grand l'intérêt qui s'attache à la recherche de la *forme physique* intime des ondes qui seront observées. Pour en tirer tout le parti scientifique profond qu'elles comportent, il paraît donc désirable de réaliser le plus grand nombre possible *d'enregistrements manométriques* à des distances échelonnées (20..., 40..., 80^{km}, ...) et dans des azimuts différents.

SPECTROSCOPIE. — *Spectres d'ordre supérieur de l'argon, du crypton et du xénon.* Note de MM. **Léon Bloch, Eugène Bloch** et **Georges Déjardin**, présentée par M. Brillouin.

Deux d'entre nous ont indiqué récemment une méthode d'analyse des spectres d'étincelle, qu'ils ont appliquée d'abord aux spectres du mercure [2].

---

(1) E. Esclangon, *Sur la réflexion d'ondes isolées à la surface de séparation de deux fluides (identiques ou différents), en mouvement ou en repos relatif* (*Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 99 et 175).

(2) Voir Léon et Eugène Bloch, *Spectres d'étincelle d'ordre supérieur* (*Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 833-1523, *et Journ. de Phys. et le Rad.*, t. 4, 1923, p. 333).

Cette méthode repose sur l'emploi systématique de la décharge oscillante produite dans un tube sans électrodes au moyen d'un enroulement inducteur, selon le montage imaginé par J.-J. Thomson. On sait que la décharge oscillante s'accompagne d'une émission lumineuse intense, plus ou moins localisée dans la zone annulaire voisine de l'enroulement. En augmentant progressivement le potentiel de décharge et en projetant l'image de l'anneau lumineux sur la fente d'un spectrographe, on obtient des clichés présentant des raies longues (raies d'arc) et des raies courtes (raies d'étincelle); ces dernières tendent peu à peu à devenir longues, en même temps qu'il se forme de nouvelles raies courtes (raies d'étincelle d'ordre supérieur).

La méthode a fourni dans le cas du mercure au moins trois spectres d'étincelle d'ordres successifs, que nous avons désignés par les lettres E_1, E_2, E_3, et qui appartiennent selon toute probabilité aux ions Hg^{+}, Hg^{++}, Hg^{+++}. Nous avons vérifié qu'elle s'applique aussi bien à un grand nombre d'autres corps. La présente Note est relative aux gaz rares de l'atmosphère (argon, crypton, xénon), pour lesquels nous avons constaté comme pour le mercure l'existence de spectres nouveaux d'ordre supérieur.

Les gaz étudiés nous ont été fournis en échantillons très purs par MM. Moureu et Lepape, que nous sommes heureux de remercier ici. Chacun des gaz est pratiquement exempt des deux autres; en particulier, le crypton ne contient pas de xénon et le xénon ne contient pas de crypton.

Le gaz est introduit, sous une pression de quelques dixièmes de millimètre de mercure, dans un tube de silice fondue, fermé par des fenêtres de même substance. Le tube est préalablement vidé d'une manière complète au moyen d'une pompe à diffusion, en même temps qu'on le maintient pendant plusieurs heures au rouge vif en présence d'air liquide (ou de neige carbonique). Après introduction du gaz, le tube est scellé. L'examen spectroscopique ne décèle comme impureté ni vapeur d'eau ni vapeur de mercure, parfois seulement des traces de carbone.

Le fonctionnement de la décharge oscillante entraîne un durcissement progressif du tube, qui a lieu très rapidement avec l'argon, un peu moins vite avec le crypton, beaucoup moins vite avec le xénon. Cet effet semble dû à l'absorption des gaz par la paroi de quartz. On peut en effet régénérer le tube par un chauffage prolongé à la température du rouge sombre.

Lorsque le potentiel de décharge s'accroît, on voit avec l'argon et le crypton se former d'abord l'anneau rougeâtre caractéristique du spectre d'arc, puis l'anneau bleu caractéristique du spectre d'étincelle du premier ordre, enfin l'anneau blanc qui accompagne la formation des spectres

d'étincelle d'ordre supérieur. Avec le xénon, les premières phases sont difficiles à isoler, et l'on obtient très vite un anneau blanc d'un éclat éblouissant.

En même temps que ces changements d'aspect de la décharge, on observe sur les clichés des changements parallèles dans l'évolution des raies. Les raies d'arc apparaissent les premières comme raies longues, puis les raies d'étincelle du premier ordre se forment aux bords. Ces raies sont déjà longues quand les raies d'ordre supérieur se dessinent seulement comme raies très courtes. L'étude systématique de l'évolution des raies permet de les dissocier aisément et l'on arrive dans la plupart des cas à les classer avec sécurité. Pour certaines raies faibles ou d'ordre élevé, il peut subsister quelque incertitude.

	E_1.	E_2.	E_3.
Argon : $\lambda =$	3376,62	3344,86	4183,11
	3351,11	3336,27	4023,73
	3307,37	3311,32	3960,59
	3293,77	3301,94	3858,46
	3281,87	3285,91	3750,43
Crypton : $\lambda =$	3535,48	3564,38	3934,29
	3488,74	3507,58	3932,80
	3470,19	3474,79	3898,83
	3460,24	3439,60	3863,95
	3446,66	3375,09	3860,58
Xénon : $\lambda =$	4057,55	4050,19	4145,85
	3950,70	3781,13	4109,20
	3908,06	3624,21	3895,18
	3849,97	3583,79	3654,75
	3565,35	3579,85	3641,15

D'une façon générale, nous avons reconnu pour chacun des gaz étudiés *trois spectres d'étincelle* d'ordres successifs (en plus du spectre rouge caractéristique de l'atome neutre). Il y a entre les spectres correspondants des analogies que l'on ne peut méconnaître. Pour chacun des gaz précités, le spectre E_1, ou spectre du premier ordre, qui est le plus intense et le plus riche en raies, s'étend sur tout le domaine spectral depuis l'extrême rouge jusqu'à l'extrême ultraviolet. Le spectre E_2, beaucoup moins riche en raies, commence brusquement à la fin du violet ou au début de l'ultraviolet : il n'y a pas de raies E_2 dans la région visible. Le spectre E_3 se compose de raies assez régulièrement réparties, plus nombreuses toutefois dans l'ultraviolet que dans la région moins réfrangible. Le tableau ci-dessus donne, simplement à titre d'exemple, quelques raies importantes des

spectres E_1, E_2, E_3 de l'argon, du crypton et du xénon. Les valeurs de λ sont empruntées aux mesures de Kayser et de Baly. Une analyse détaillée de ces spectres paraîtra dans un autre Recueil.

STÉRÉOSCOPIE. — *Un mode nouveau de représentation des objets dans l'espace à trois dimensions : la Stéréographie.* Note [1] de M. **Henry Lutigneaux**, présentée par M. J.-L. Breton.

Les méthodes de représentation dans l'espace des objets microscopiques ou macroscopiques se ramènent à trois principales : méthode de Born, méthode de photosynthèse de Lumière, méthode stéréoscopique de G. Dubreuil (de Bordeaux).

Le mode de représentation que nous avons réalisé et que nous proposons sous le nom de « Stéréographie » consiste à dessiner et à peindre sur des lames de verre les éléments spatiaux d'un objet à reproduire et ceci d'une manière telle que ces lames superposées figurent dans l'espace la reconstruction exacte de cet objet. On pourra ainsi mettre en évidence les détails de structure les plus fins et donner à l'objet reconstruit sa transparence naturelle, en utilisant pour l'exécution des encres et des couleurs convenables.

Cette méthode est applicable aux reconstructions faites au moyen des coupes en série et, point plus important, permet de reconstituer aussi les objets qu'il est impossible de couper au microtome.

Technique. — I. *Reconstruction en série.* — L'exécution est ici parallèle à celle de la méthode de Born. Les dessins des coupes sériées sont exécutés sur des feuilles de papier et repérés, on les calque ensuite sur des lames de verre à photographie en utilisant comme encres des solutions transparentes de gomme arabique ou du Sénégal additionnées de colorants divers, ou des vernis à vitraux du commerce. On emploie par exemple pour les tons noirs quatre teintes allant du gris léger au noir franc en mélangeant 10, 20, 30, 50 gouttes d'encre de Chine à 5^{cm^3} de solution fluide de gomme. Le choix de la teinte est approprié à la coloration de la partie à reproduire ou à mettre en évidence. Les plaques travaillées sont séchées puis superposées dans l'ordre de la série et collées au baume de Canada-xylène. On peut éviter l'opération difficile du collage des plaques de grande dimension et diminuer de moitié leur nombre en exécutant deux dessins sur une seule lame (l'un d'eux étant effectué par retournement); on superpose alors les lames en intercalant entre chacune d'elles des taquets de carton d'épaisseur convenable.

II. *Reconstruction des objets microscopiques entiers.* — Un objet trop ténu pour

---

[1] Séance du 11 février 1924.

être débité au microtome en un nombre suffisant de coupes ou assez exigu pour être contenu dans l'épaisseur d'une seule coupe, peut être reconstitué de la manière suivante: un dessin de l'objet, exécuté au microscope — ou même une microphotographie — porte, annotées en chiffres, les positions en profondeur des éléments principaux (ces mesures sont effectuées très simplement au moyen de la vis micrométrique du microscope). Ce dessin ainsi repéré permet d'exécuter, à la même échelle, une seconde figure par rabattement des parties à 90°; on a alors une vue de l'objet tel qu'il eût été sectionné suivant un plan vertical normal au porte-objet; cette seconde figure est striée de parallèles dont l'écartement est égal à l'épaisseur des lames de verre à employer pour la reconstruction. Dans un temps suivant, on quadrille le premier dessin repéré de carrés de 1^{mm} de côté. On est alors en possession de tous les éléments spatiaux nécessaires à la reconstitution.

On passe alors à la confection des stéréogrammes qu'on trace au crayon sur des feuilles de papier numérotées, on les calque ensuite en lignes et teintes plates appropriées sur les lames de verre. Il ne reste plus qu'à coller ou à empiler ces lames dans un cadre-support pour obtenir une reconstruction démonstrative de l'objet avec sa forme, ses rapports et ses structures internes.

Le procédé est d'application très générale, outre les reconstructions cytologiques et embryologiques que nous avons déjà réalisées avec son aide (acinus pulmonaire, cellules intestinales, œufs de cobaye au cours de la fécondation, etc.) ses applications peuvent être étendues à l'anatomie topographique et même à la représentation des fonctions mathématiques, épures géométriques, schémas stéréochimiques, etc., dans les trois dimensions de l'espace.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Une nouvelle théorie relative à la constitution moléculaire des compositions chimiques*. Note de M. C. **Bulow**.

M. H.-A. Armstrong, d'une part [1], et MM. Kling et Lassieur, d'autre part [2], ont présenté une théorie de la constitution de l'eau. Je désire rappeler que, dès 1919, j'ai émis des idées présentant des analogies avec celles des auteurs désignés plus haut. On trouvera l'exposé de ma théorie dans le Mémoire intitulé : *Eine neue Theorie vom Bau chemischer Verbindungen* [3].

J'envisage l'eau comme étant formée de molécules monomériques

---

(1) *Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 1892.

(2) *Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 109.

(3) *Samlung Chemischer und Chem. technischer Vorträge*, Band 25, Stuttgart, 1919.

« Aquanes » en solution au sein d'un liquide formé par les molécules polymérisées. Dans cette hypothèse, l'eau est formée par le schéma

$$O \begin{smallmatrix} /\!\!/ H \\ \backslash\!\!\backslash H \end{smallmatrix}$$

qui peut se transformer en

$$= O \begin{smallmatrix} / H \\ | \\ \backslash H \end{smallmatrix},$$

les valences libres pouvant fixer des halogènes ou se saturer réciproquement.

On peut ainsi représenter la formule de constitution des sels hydratés, celle du chlorure de magnésium, par exemple, qui prend la forme

$$Mg \begin{smallmatrix} / Cl \begin{smallmatrix} /\!\!/ Aq \\ = Aq \\ \backslash\!\!\backslash Aq \end{smallmatrix} \\ \backslash Cl \begin{smallmatrix} /\!\!/ Aq \\ = Aq \\ \backslash\!\!\backslash Aq \end{smallmatrix} \end{smallmatrix} = MgCl^2, 6H^2O.$$

A la vérité, ce schéma doit être modifié, le sel étant trimoléculaire; il faut réunir trois éléments semblables à celui figuré.

D'une façon analogue, on peut représenter le sel $Ca^2Bi^2I^{10}, 18H^2O$ formé par la combinaison de CaI^2 et BiI^3, et aussi un très grand nombre de sels complexes.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Dosage, dans les différents organes, du polonium injecté dans l'organisme.* Note de Mme **J. Samuel Lattès** et M. **Antoine Lacassagne**, présentée par M. Jean Perrin.

Nous avons décrit dans une Note antérieure [1] la technique de dosage du polonium qui nous a servi dans les expériences dont nous apportons les premiers résultats.

Cette série d'expériences a porté sur huit lapins, auxquels ont été injectées des doses allant de 200 à 500 U. E. S., et dont la survie a varié entre 6 jours et 3 mois et demi. Les injections ont été faites : 3 fois sous la peau, 3 fois dans la veine marginale de l'oreille, 2 fois dans la cavité péritonéale.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 178, 1924, p. 630.

Les injections sous-cutanées et intraveineuses ont été pratiquées soit en une seule fois, soit par doses quotidiennes, administrées en une dizaine de jours.

Six organes ont été systématiquement analysés : rate, rein, foie, poumon, myocarde et cerveau. Nous avons constaté que le taux du polonium retenu par chacun, à des délais variables après l'injection, est sensiblement le même, que l'injection ait été faite par voie intraveineuse, intrapéritonéale ou sous-cutanée. Cependant, l'analyse de la peau, au siège des injections, dans les cas d'utilisation de la voie sous-cutanée, a montré, même après plus de 2 mois, la rétention d'une quantité notable du corps radioactif.

Du fait de l'élimination (et pour une faible part du fait de la désintégration), la quantité de polonium contenue dans les différents organes diminue progressivement (rapidement dans les premiers jours, plus lentement dans la suite). Mais la répartition entre les différents organes ne reste pas la même, à mesure que s'éloigne la date de l'injection.

Parmi les organes systématiquement examinés, ceux qui se sont montrés de beaucoup les plus riches en polonium, par gramme de tissu, sont la rate et le rein. La radioactivité de la rate va décroître progressivement et régulièrement, cet organe restant encore un des plus riches deux mois et demi après l'injection. Au contraire, le rein perd plus rapidement sa radioactivité, qui, d'abord égale par gramme de tissu à celle de la rate, tombe, après un mois, au quart environ de celle de cet organe.

Le foie et le poumon retiennent une quantité de polonium qui, rapportée au poids de l'organe, est sensiblement égale dans chacun d'eux, mais inférieure dès le début au quart de la dose retenue par la rate et le rein. En outre, leur radioactivité diminue, assez rapidement pour le poumon après quinze jours, très rapidement pour le foie, qui, un mois après l'injection, n'en contient plus que 15 à 20 fois moins que la rate.

Le cœur ne montre, au début, qu'une activité ne dépassant pas le $\frac{1}{25}$ de celle de la rate et très rapidement décroissante dès les premiers jours; elle est extrêmement faible après un mois et inappréciable après deux mois.

Quant au cerveau, il ne retient pour ainsi dire rien du polonium; six jours après l'injection (la plus courte survie de nos expériences) sa radioactivité n'était que le $\frac{1}{500}$ de celle de la rate.

Les autres organes n'ont pas été systématiquement examinés, ayant été utilisés parfois pour l'examen par méthode autoradiographique [1]. D'autre

(1) *Comptes rendus*, t. 178, 1924, p. 488.

part, il importe de signaler, à propos de certains d'entre eux dont le volume est petit, que la méthode de dosage consistant à rapporter la radioactivité à 1^g de tissu a l'inconvénient de multiplier parfois considérablement de petites erreurs, qui deviennent au contraire négligeables en cas d'organes volumineux. Nos résultats pour certains de ces petits organes devront donc être vérifiés dans une nouvelle série d'expériences.

Les glandes sexuelles (ovaires et testicules) retiennent le polonium en quantité de même grandeur approximative que le poumon et le foie. Mais ils le conservent plus longtemps, et après deux mois sont encore parmi les organes qui en contiennent le plus. La radioactivité des surrénales, d'abord marquée, décroît assez rapidement après un mois. La moelle osseuse est riche en polonium dès le début et le reste longtemps, alors que la substance osseuse proprement dite n'en contient qu'une très faible quantité. La peau, en dehors de la zone d'injection, se montre peu radioactive. L'intestin fixe, au contraire, une assez grande quantité de polonium dont le taux augmente même progressivement; il était l'organe de beaucoup le plus radioactif après deux mois et demi.

Dans deux expériences, nous avons examiné le sang lui-même, dont l'activité était encore nette 6 jours après l'injection (même ordre de grandeur que le myocarde); après 2 mois, elle était très faible et d'un tiers plus marquée pour le caillot que pour le sérum. Chez une lapine ayant mis bas, 2 mois après l'injection, le lait a été examiné; il contenait une proportion relativement forte de polonium, de même ordre que dans la bile dans laquelle on en trouvait dix fois plus par gramme que dans le foie.

Enfin, chez une lapine pleine, sacrifiée au 18e jour de sa gestation, 6 jours après l'injection, nous avons recherché le polonium comparativement dans le placenta et le fœtus : le placenta s'est montré le plus riche de tous les organes, dépassant d'un quart la rate et le rein, alors que le dosage minutieux du fœtus mettait en évidence une radioactivité nulle pour le fœtus et extrêmement faible pour le liquide amiotique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une théorie physique des réactions chimiques.* Note de M. **P. Lasareff**, présentée par M. Jean Perrin.

La théorie de M. Bohr montre que la combinaison de deux atomes identiques (hydrogène, hélium) en une molécule stable ne peut s'effectuer sans influence d'énergie extérieure qu'à la condition que l'énergie contenue dans

la molécule combinée des deux atomes soit plus petite que l'énergie des atomes séparés.

Nous pouvons admettre qu'en général la transformation d'un système atomique en un nouveau système stable sans influence d'énergie extérieure peut se produire si l'énergie du système initial est plus grande que l'énergie du système final. Ceci posé nous supposons que l'accélération de la réaction doit toujours avoir lieu s'il existe des causes augmentant la quantité de l'énergie atomique. D'après la théorie de M. Bohr, le passage des électrons des orbites plus proches aux orbites plus éloignées augmente l'énergie des atomes, et nous supposons qu'en même temps la faculté des atomes de réagir chimiquement augmente.

Nous savons que, dans les conditions d'équilibre thermique, les gaz donnent un rayonnement causé par les passages des électrons des orbites éloignées aux orbites plus proches. Pour que l'équilibre thermique puisse exister, il faut admettre qu'il existe toujours des causes restituant les grands atomes. Ces causes peuvent dépendre des forces électriques agissant sur les électrons pendant les chocs des molécules. L'augmentation de la vitesse du mouvement des molécules doit par conséquent provoquer l'accroissement de l'énergie atomique. Il est probable que les atomes gazeux de grande dimension, dans les conditions ordinaires, sont beaucoup plus rares que les petits atomes. On sait en effet [1] que le nombre des atomes rayonnant en une seconde augmente si les dimensions des atomes diminuent.

L'augmentation de la température augmente les vitesses du mouvement des molécules, et par suite, le nombre relatif des grands atomes capables de réagir chimiquement. La vitesse de la réaction chimique doit donc croître avec la température.

Sous un volume donné les atomes possèdent des dimensions maxima déterminées, parce que les grandes orbites des électrons sont dérangées par les forces électriques provenant des atomes voisins. On peut en déduire que l'augmentation du nombre relatif des grands atomes n'est pas la même aux températures différentes et que le coefficient thermique de la réaction doit diminuer avec l'augmentation de la température.

Dans les réactions photochimiques c'est l'action de la lumière qui provoque le passage des électrons aux orbites extérieures et par suite l'augmentation des dimensions de l'atome. Comme on peut le voir, la distribution des atomes de différentes grandeurs sous l'action de la lumière et sous

---

[1] Voir P. Lasareff, *Philosoph. Mag.*, t. 14, 1923, p. 430.

l'influence de la température élevée doit être analogue. On peut conclure que les coefficients thermiques des réactions aux températures élevées et les coefficients des réactions photochimiques doivent être les mêmes. On sait en effet que les coefficients thermiques de ces deux sortes de réactions sont toujours très petits.

Il reste à indiquer enfin que l'augmentation des atomes sous l'action de la lumière doit provoquer l'augmentation de volume du gaz à une pression constante; comme les observations de Bunsen l'ont montré, il existe en effet au cours de la réaction photochimique une augmentation de volume du gaz indépendante de l'échauffement de celui-ci.

Cette théorie qualitative peut être précisée quantitativement.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Oxydation argento-sulfochromique de la houille.* Note de M. **L.-J. Simon.**

Dans une Note précédente [1] j'ai indiqué les résultats de l'oxydation sulfochromique dans des conditions déterminées sur un échantillon de houille. Sur le même échantillon on a examiné l'action du mélange d'acide sulfurique concentré et de bichromate d'argent. Bien que plus actif que le précédent ce mélange ne permet pas la gazéification totale du carbone, contrairement à ce qui a lieu pour le graphite dans les mêmes conditions [2].

I. Si même on prolonge la durée de l'action à 100° du mélange oxydant au delà de 4 minutes — durée utilisée dans notre technique — la limite s'écarte encore notablement de la teneur en carbone de l'échantillon fixé par l'analyse organique habituelle : 72,4 pour la houille non séchée. Voici quelques résultats :

Durée de chauffe à 100°.	C pour 100. volumétrique.	de CO^2.	de CO.	total.	Résidu pour 100.
4 minutes......	63,5	60,3	3,5	63,8	9
4 minutes......	64,2	»	»	»	»
1 heure......	76,1	62,5	3,8	66,3	8
2 heures......	100,0	64,6	3,1	67,7	7,5

D'après ces expériences il y aurait donc environ 4 à 5 pour 100 de carbone inattaquable à 100° par le mélange argento-sulfochromique et à peu près autant de carbone gazéifié lentement à 100°.

(1) *Comptes rendus*, t. 178, 1924, p. 495 à 498.
(2) *Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 122 à 124.

II. En suivant le dégagement gazeux pendant l'oxydation on observe que le dégagement gazeux déjà sensible au-dessous de 50° s'accélère puis subit vers 60° un ralentissement notable. On a en conséquence dirigé l'opération de façon à mesurer d'une part le gaz recueilli jusqu'à 60° et à séparer d'autre part le résidu insoluble de cette opération incomplète.

Le carbone gazéifié correspond approximativement à 50 pour 100 de la houille. Le résidu charbonneux inattaqué est séparé du bichromate d'argent, lavé et pesé : il correspond à 27,74 pour 100 de la houille; ce résidu soumis à l'analyse organique habituelle renferme 56,84 pour 100 de carbone, c'est-à-dire 15,7 pour 100 de la houille initiale.

Si au carbone gazéifié on ajoute le carbone résiduel on arrive à un total de 65,7 inférieur à 72,4 que contient la houille. La différence 6,7 correspond au carbone *solubilisé* à 60° par le mélange argento-sulfochromique.

Si par ailleurs on soumet le résidu de cette opération à l'action des mélanges sulfochromiques dans les conditions habituelles de notre technique on trouve :

40 pour 100 de C avec le mélange argento-sulfochromique,
35,6 pour 100 de C avec le mélange sulfochromique,

avec cette observation qu'une notable partie du dégagement gazeux se produit encore aux environs de 50°-60°.

L'emploi du bichromate d'argent révèle ainsi dans le résidu 11,1 pour 100 du carbone de la houille. Si l'on retranche ces 11,1 des 15,7 qui existent dans ce résidu on trouve 4,6 *pour* 100 *de carbone inattaquable* par cet oxydant comme dans l'expérience de longue durée.

III. Pour interpréter ces résultats il a paru utile d'examiner comment se comporte le coke *soigneusement pulvérisé* quand il est soumis aux mêmes épreuves. Il n'est brûlé complètement ni en 4 minutes, ni en 2 heures, par l'emploi des deux mélanges chromiques.

Pour 100 de carbone constaté par l'analyse organique habituelle :

CrO^3 en révèle 12,5 après 4 minutes, 45,8 après 2 heures;
$Cr^2O^7Ag^2$ en révèle 18,0 après 4 minutes, 61,0 après 2 heures.

Il reste donc inattaqués 54,2 pour 100 par CrO^3, 39,0 pour 100 par $Cr^2O^7Ag^2$ après 2 heures de chauffe à 100°. Ces proportions ont été utilisées à dresser le Tableau suivant qui condense tous les résultats numériques de cette Note et de la précédente (*loc. cit.*). *J'ai interprété ces résultats en supposant en première approximation la houille constituée par l'association intime de deux constituants* A *et* B.

L'un A, dont la gazéification commence à température relativement basse, se comporte vis-à-vis des oxydants chromiques à la manière des carbures aromatiques (1), c'est-à-dire que la gazéification, complète avec $Cr^2O^7Ag^2$, est partielle ($\frac{9}{10}$ environ) avec CrO^3.

L'autre constituant B se comporte comme le coke, c'est-à-dire que sa gazéification ne se produit qu'aux environs de 100°, qu'elle est toujours incomplète et conforme aux proportions indiquées plus haut.

Dans notre cas particulier, le carbone total — 72,4 — se répartirait en 60,6 de A et 11,8 de B ou sous une autre forme : pour 100 du carbone total, il y aurait respectivement 84 et 16 de A et B.

C pour 100.	Par $Cr^2O^7Ag^2$. A.	B.			Par CrO^3. A.	B.		
Gazéifié avant 60°...	50	»	62,7 (avant 60° et à 60°-100°)	67,8 (Gazéifié)	50	»	56,6 (avant 60° et à 60°-100°)	63,4 (Gazéifié)
Gazéifié à 60°-100°..	10,6	2,1			5,1	1,5		
Gazéifié à 100° (2h).	»	5,1			2,9	3,9	6,8	
Inattaqué à 100° (2h).	»	4,6			2,6	6,4	9	
	60,6	11,8			60,6	11,8	72,4	

L'interprétation formulée plus haut s'étend-elle à tous les échantillons de houille, à la tourbe, au lignite, et avec quelles modifications? Les deux constituants sont-ils ceux qui jouent le rôle fondamental dans la cokéfaction? Faut-il les confondre avec ceux que l'on désigne sous le nom de vitrain, clarain, fusain, durain à la suite des recherches pétrographiques de Stopes (2) (1918)? Sont-ils également hydrogénables sous pression (Bergius)? Quels rapports ont-ils avec ceux que la méthode des solvants ou que le fractionnement dans le vide amènent à discriminer? Ont-ils un rapport d'origine avec la lignite et la cellulose des végétaux vivants ou l'un d'eux provient-il d'une modification partielle de l'autre au cours de périodes géologiques? Toutes ces questions, qui montrent l'importance du problème, appellent des réponses.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'action de l'amidure de sodium sur les carbures acétyléniques vrais.* Note de M. **Bourguel**, présentée par M. Haller.

M. Picon, faisant agir l'amidure de sodium en suspension dans le benzène bouillant sur des carbures acétyléniques vrais, a constaté que seuls les car-

(1) *Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 265.

(2) D'après Florentin, *Conférence faite devant la Société chimique* (1922).

bures d'un rang assez élevé donnent le dérivé sodé avec élimination d'ammoniaque. D'autre part dans mes premières recherches sur la préparation de ces carbures par l'amidure à partir des dérivés halogénés des carbures saturés ou éthyléniques (prenons par exemple le eas d'un dérivé dihalogéné), je constatai qu'il se dégageait tantôt deux tantôt plus de deux molécules d'ammoniaque. Dans ce deuxième cas il n'y avait plus d'acétylénique libre dans le ballon : Il s'était fait le dérivé sodé. Dans le premier cas au contraire le carbure était libre. Ce tout dernier résultat logique en apparence était pourtant inexact et dû à une altération de l'amidure.

Dans aucun des nombreux cas étudiés jusqu'ici le carbure acétylénique ne se trouve à l'état libre à la fin de la réaction ; le chlorure cuivreux ammoniacal n'en décèle aucune trace et l'on sait pourtant combien ce réactif est sensible.

Cela est vrai aussi bien pour le pentine qui bout à 40° que pour l'hexine, l'heptine, le phénylacétylène, le phénylpropine, le cyclohexylpropine.

On peut de plus faire la remarque suivante: Prenons par exemple le cas du dérivé dichloré de la méthyl-*n*-propylcétone, soit $CH^3 - CCl^2 - C^3H^7$. L'ammoniac qui se dégage entraîne avec lui du dérivé monochloré $CH^2 = CCl - C^3H^7$ qui n'a pas encore réagi, il entraîne même du xylène (milieu de la réaction) mais n'entraîne pas de pentine pourtant si volatil. Cela est vrai dans d'autre cas : Il faut donc que dès sa formation le carbure acétylénique soit engagé dans une combinaison.

Quelle est cette combinaison ? La première hypothèse qui se présente à l'esprit est : dérivé sodé. Hypothèse logique dans le cas des carbures de rang assez élevé où tout concourt à la vérifier : et les observations de M. Picon et le dégagement d'ammoniaque supérieur à 2^{mol}.

Pourtant il y a des contradictions dans le cas des carbures volatils tels que le pentine ou l'hexine. M. Picon trouve qu'il ne se fait pas de dérivé sodé quand on met directement en présence le carbure et l'amidure. En accord avec lui je constate qu'il ne se dégage que juste 2^{mol} d'ammoniaque. (Je me suis assuré que tout l'halogénure avait réagi et que l'on ne pouvait mettre ce déficit sur le compte d'une réaction incomplète.)

Selon toute apparence la combinaison d'acétylénique et d'amidure de sodium se fait sans dégagement d'ammoniac.

Enfin nouvelle contradiction : si l'on fait tomber goutte à goutte du pentine vrai, par exemple, dilué de xylène sur de l'amidure en suspension dans du xylène à 120°, alors il se dégage instantanément 1^{mol} d'ammoniaque par molécule de carbure : cette fois il se fait le dérivé sodé.

Dans le cas d'un carbure de rang élevé, tel que le phénylacétylène, j'ai bien dit qu'il se dégage plus de 2^{mol} d'ammoniaque, mais pour cela il faut une très longue chauffe (20 heures). Or, si, n'attendant pas si longtemps, on libère l'acétylénique formé, le rendement est à peu près le même qu'avec une longue chauffe, quoique le dégagement soit plus faible : la troisième molécule d'ammoniaque ne se dégagerait-elle que lentement après une première combinaison d'amidure et de carbure sans dégagement de base.

Pour expliquer tous ces faits il faudrait dire :

1° Tous les acétyléniques vrais traités par l'amidure de sodium, dans les conditions indiquées plus haut, donnent le dérivé sodé avec dégagement d'une molécule d'ammoniaque.

Si M. Picon n'a pu le constater cela tient sans doute à son mode opératoire; la volatilité de certains carbures empêchant une élévation de température suffisante.

2° A l'état « naissant » le carbure vrai semble former avec l'amidure de sodium une combinaison qui dans certains cas laisse ensuite dégager la molécule d'ammoniac en excès, on a alors le dérivé sodé.

Pour essayer d'éclaircir la question j'ai fait agir le gaz carbonique sur le contenu du ballon en fin de réaction. On pouvait mesurer la quantité de CO^2 absorbée. La réaction se poursuit rapide par agitation, avec grand dégagement de chaleur, elle est pratiquement complète au bout de peu de temps. En moyenne on constate une absorption de $0^{mol},6$ environ par molécule de dichlorure, absorption qui correspond exactement au rendement en acétylénique trouvé préalablement en détruisant par l'eau et l'acide la combinaison formée.

On s'attend alors à trouver les acides acétyléniques en quantités correspondantes. Il n'en est rien, il y a toujours de l'acide, mais en faible quantité : à peine le tiers ou le quart du gaz carbonique absorbé.

Cela semble confirmer l'hypothèse que la combinaison acétylénique n'est pas, dans les conditions où j'opère, que du dérivé sodé.

D'autres expériences sont en cours sur la question.

CHIMIE. — *Le glucose des glucosides α et β*. Note de M. H. **Colin** et Mlle A. **Chaudun**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Il est établi que le *d*-glucose peut affecter trois formes distinctes, correspondant aux trois pouvoirs rotatoires +106, +52,5 et +20. Seule, la

variété intermédiaire — qu'il s'agisse d'un corps défini ou d'un mélange des deux formes extrêmes — est stable en solution aqueuse, les deux autres se transformant en celle-là avec des vitesses propres qui dépendent de la température, de la réaction du milieu, etc.

On admet (¹) que les glucosides de synthèse des deux séries α et β diffèrent par la structure du glucose qui entre dans leur molécule. Mais ce n'est là qu'une hypothèse que, de divers côtés et par des méthodes variées, on s'efforce de vérifier. Il était à prévoir que l'étude minutieuse de l'hydrolyse diastasique permettrait de trancher la question. A supposer, en effet, que le glucose mis en liberté appartienne à l'une ou à l'autre des deux formes *instables*, il se produit nécessairement des perturbations dans les propriétés optiques des liqueurs soumises à l'action des ferments et, pour peu que l'hydrolyse soit rapide, on doit pouvoir atteindre séparément chacun des deux phénomènes qui se superposent : dédoublement du glucoside et transformation du glucose libéré.

Au cours de recherches sur la loi d'hydrolyse des glucosides d'alcools, nous avions constamment observé des différences appréciables dans les résultats, suivant que les dosages étaient effectués par voie optique ou par réduction. C'est en cherchant la raison de ces anomalies que nous sommes arrivés à cette conclusion que *les glucosides des séries α et β, hydrolysés, livrent respectivement du glucose à pouvoir rotatoire élevé et du glucose à pouvoir rotatoire faible, ces deux glucoses se transformant progressivement en glucose stable à pouvoir rotatoire* $+52,5$.

Nous nous sommes servis du polarimètre de précision Jobin et Yvon à prisme de Lippich et monochromateur Bruhat et les mesures ont été faites à la lumière verte de la lampe à mercure ($\lambda = 5461$); le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D$ du glucose se trouve ainsi multiplié par 1,18 et l'erreur relative sur les lectures est diminuée d'autant. La comparaison des données polarimétriques et des chiffres fournis par les dosages à la liqueur cupro-sodique permet d'apercevoir immédiatement que les poids de glucose (évalués par réduction) qui correspondent à une même variation de la rotation ne restent pas constants au cours de la réaction, ce qui revient à dire que le pouvoir rotatoire du sucre mis en liberté ne cesse de varier.

T = temps en heures; x = poids de glucose pour 100^{cm^3} (obtenu par réduction);
α = déviation; $[\alpha]$ = pouvoir rotatoire du glucose.

(¹) Bourquelot, *Exposé de ses Travaux*, 2ᵉ Partie, p. 79, Gauthier-Villars, 1917.

La concentration du glucoside, celle du ferment et la température importent peu, puisqu'il ne s'agit pas de mesures de vitesses.

I. *Méthylglucoside* α : $2^g,3$ pour 100^{cm^3}; $l = 3^{dm}$; $t = 18°\text{-}21°$.

T.	x.	α.	[α] (pour λ = 5461).
	g	o	
0	0	12,75	
3,5	0,150	12,23	76
8	0,325	11,60	71
21	0,525	10,73	69
40	0,810	9,47	63

II. *Éthylglucoside* α : $2^g,5$ pour 100^{cm^3}; $l = 3^{dm}$; $t = 17°\text{-}21°$.

T.	x.	α.	[α] (pour λ = 5461).
	g	o	
0	0	13,32	
3,5	0,188	12,62	81
9	0,440	11,56	72
26	0,775	10,08	66

III. *Méthylglucoside* β : 5^g pour 100^{cm^3}; $l = 5^{dm}$; $t = 34°\text{-}35°$.

T.	x.	α.	[α] (pour λ = 5461).
	g	o	
0	0	−9,50	
72	0,824	−6,36	35
96	1,024	−5,38	39
156	1,344	−3,74	44
252	1,620	−2,24	48
396	1,980	−0,30	51
564	2,300	+1,80	57

IV. *Éthylglucoside* β : $2^g,3$ pour 100^{cm^3}; $l = 5^{dm}$; $t = 19°\text{-}22°$.

T.	x.	α.	[α] (pour λ = 5461).
	g	o	
0	0	−4,65	
50	0,200	−3,85	33
122	0,400	−2,90	40
172	0,520	−2,22	46
268	0,675	−1,30	53

Nous avons expérimenté en outre sur la salicine qui se prête particulièrement bien à ces recherches en raison de la rapidité de son dédoublement par l'émulsine. Sans aucun doute, *le glucose de la salicine, comme celui des glucosides artificiels de la série* β, *est à pouvoir rotatoire faible et, sitôt détaché, évolue vers la forme stable*. Dans tous les cas, qu'il s'agisse de la salicine ou des glucosides de synthèse, l'addition de soude permet d'obtenir aussitôt le pouvoir rotatoire limite (+ 62 pour λ = 5641).

V. *Salicine* : $1^g,5$ pour 100; $l = 5^{dm}$; $t = 17°\text{-}20°$.

T.	x.	α.	[α] (pour λ = 5461).
	g	o	
0	0	−5,65	
18	0,124	−4,74	26
70	0,270	−3,50	38
118	0,466	−1,70	49
166	0,500	−1,35	52
260	0,640	−0,10	54

Dans chacune de ces expériences, l'indice de réduction enzymolytique, c'est-à-dire le poids de sucre réducteur correspondant à une variation de rotation de 1°, au tube à 2^{dm}, ne cesse de varier au cours de la réaction. Il ne saurait en être autrement; en effet, l'indice de réduction d'une substance ne peut être considéré comme une constante spécifique que si les propriétés optiques des corps qui prennent naissance lors de l'hydrolyse ne se modifient pas ou, tout au moins, si elles varient très rapidement par rapport à la vitesse d'hydrolyse, de telle sorte que cette transformation parasite n'introduise aucune perturbation dans les mesures.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des catalyseurs sur l'oxydation de l'acide urique. Fer et manganèse* (*hydrates*). Note de M. **Léon Piaux**, présentée par M. Ch. Moureu.

L'oxydation spontanée de l'acide urique en liqueur alcaline se produit en l'absence de tout catalyseur. Elle est favorisée par un excès de potasse caustique et par l'élévation de la température. Les expériences que j'ai faites à ce sujet ont fait l'objet d'une Note récente ([1]).

Dans le but de rechercher l'influence sur cette réaction des catalyseurs habituels d'oxydation, j'ai repris les expériences en présence de fer et de manganèse (à l'état d'hydrates), et de cuivre (à l'état métallique).

L'action des catalyseurs peut porter à la fois sur la *vitesse* de l'oxydation et sur la *limite* de cette oxydation. Le dispositif expérimental a été décrit précédemment (*loc. cit.*).

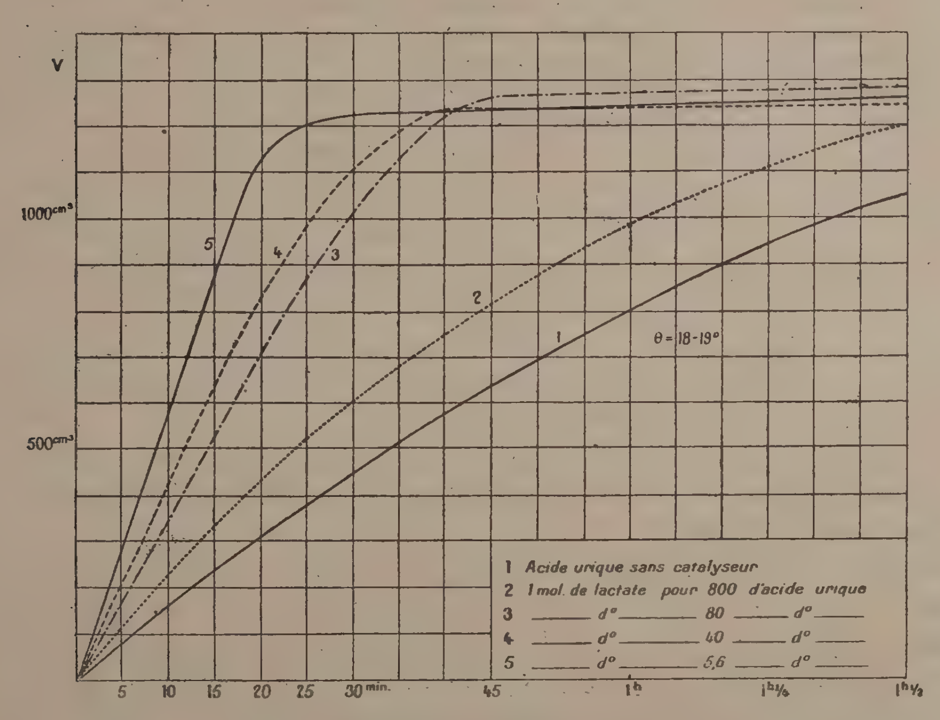
Hydrate de fer. — Au mélange comprenant $0^{mol},09$ d'acide urique *pur*, et $0^{mol},45$ de potasse caustique dans 400^{cm^3} de solution, on ajoute du sulfate ferreux qui donne un précipité vert, puis jaune rouille (hydrate ferrique).

L'absorption d'oxygène présente la même allure qu'en l'absence de catalyseur, avec seulement un accroissement de la vitesse. La limite de l'oxydation est inchangée, et en opérant comme en l'absence de fer, on peut isoler l'oxonate de potassium avec le même rendement de 50 pour 100. Si le rapport du nombre de molécules-grammes d'acide urique au nombre d'atomes-grammes de fer prend les valeurs 870, 108, 27, le rapport du volume absorbé en 30 minutes au volume absorbé sans catalyseur, devient respectivement 132, 140, 142.

([1]) *Comptes rendus*, t. 178, 1924, p. 637.

L'hydrate ferrique accélère l'oxydation de l'acide urique en liqueur alcaline, sans modifier les caractères de cette oxydation. Une quantité très faible de catalyseur suffit à donner un effet important, qui est à peine accru quand on fait passer la quantité d'hydrate ferrique de 1 à 32.

Un échantillon d'acide urique, utilisé au début de mes recherches, m'avait donné — même après purification par l'acide sulfurique — des résultats trop élevés quant à la vitesse d'oxydation sans catalyseur ajouté. J'ai pu vérifier qu'il contenait du fer et que les chiffres donnés par lui concordaient avec ce qui précède.



Influence catalytique de l'hydrate de manganèse (introduit à l'état de lactate).

Hydrate de manganèse. — Le liquide expérimenté est le même que dans les expériences avec hydrate de fer. Le manganèse est introduit sous forme de lactate. Il se forme très rapidement un précipité d'hydrate qui s'oxyde et devient noir brun (hydrate de bioxyde?). L'allure de la courbe d'absorption se modifie considérablement (voir la figure, limitée à 1 heure et demie d'agitation pour en faciliter la lecture). Quand la proportion du catalyseur atteint 1^{mol} pour 5,6 d'acide, le début de cette courbe se réduit à une droite, et après 30 minutes l'absorption d'oxygène est presque entièrement

arrêtée. La *limite* de la quantité d'oxygène utilisée en prolongeant l'expérience est beaucoup plus faible qu'en l'absence d'hydrate de manganèse. Si l'on en retranche le volume d'oxygène correspondant au passage de MnO à MnO^2, le volume restant, utilisé par l'acide, décroît régulièrement quand la proportion de manganèse s'élève.

Parallèlement, la quantité d'oxonate isolé diminue en même temps que la quantité d'oxygène utilisé. On a, pour une température de 18°-19° :

Molécules d'acide pour 1 de lactate.	Volume absorbé en 20 min.	Vitesses relatives pour 20 min.	Volume limite total.	Volume utilisé par l'acide urique (at-gr).	Rendement en oxonate pour 100.
Pas de lactate.......	300	100	1770	1,77	50
800................	430	143	1600	1,6	43
80................	720	240	1280	1,26	17
40................	830	276	1245	1,22	13
5,6................	1135	378	1255	1,08	0

Le rendement en oxonate est rapporté à la théorie (1^{mol} pour 1 d'acide urique).

En revanche, les eaux mères de l'oxonate, qui contiennent de l'acide acétique libre, abandonnent peu à peu des cristaux caractéristiques d'*allantoïne*, qui a pu être complètement identifiée.

Je rappelle que l'oxonate dérive de l'acide urique par action de *deux* atomes d'oxygène, et qu'il suffit de *un* atome pour passer de l'acide urique à l'allantoïne, molécule à molécule.

Celle-ci a été obtenue avec les rendements suivants : moins de 1 pour 100 avec 1^{mol} de lactate pour 800 d'acide, 35 et 43 pour 100 avec 1^{mol} de lactate respectivement pour 80^{mol} et 40^{mol} d'acide urique.

Ayant concentré à chaud le liquide acidulé, dans l'expérience avec la quantité la plus grande de catalyseur utilisé, je n'ai obtenu que 30 pour 100 d'allantoïne, chiffre certainement trop faible. Cette expérience répétée à 17° m'a donné 49 pour 100 d'allantoïne.

Espérant que le manganèse maintenu en solution dans le liquide en expérience exercerait une action plus marquée que l'hydrate précipité, j'ai préparé du manganitartrate de potassium en suivant les indications de M. Job [1]. Les résultats ont été très peu différents de ceux obtenus avec la quantité correspondante de manganèse à l'état de lactate. D'ailleurs, la

[1] *Comptes rendus*, t. 144, 1907, p. 1044, et t. 152, 1911, p. 265.

solution, rouge au début, a précipité peu à peu tout le manganèse à l'état d'hydrate de bioxyde.

Rapprochés des expériences relatées précédemment (*loc. cit.*), ces résultats paraissent indiquer que :

1° L'action d'un atome d'oxygène sur l'acide urique donne naissance à un corps intermédiaire signalé déjà par Biltz et Behrend en particulier, corps susceptible de donner de l'allantoïne par action de l'acide acétique;

2° Ce corps intermédiaire n'est pas spontanément oxydable;

3° Il est oxydable en présence d'acide urique en cours d'oxydation, et conduit alors à l'oxonate de potassium;

4° L'hydrate de bioxyde de manganèse accélère la formation du corps intermédiaire, tout en ralentissant son oxydation en oxonate. Une quantité suffisante de l'hydrate peut même empêcher cette deuxième phase de l'oxydation de l'acide urique.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur la structure cristalline du corindon et de l'oligiste.* Note de M. **Ch. Mauguin**, présentée par M. Wallerant.

D'après W.-H. et W.-L. Bragg (1), les cristaux de corindon et d'oligiste ont pour maille un rhomboèdre renfermant une seule molécule Al^2O^3 ou Fe^2O^3. Pour rendre compte de la symétrie de ces cristaux, on est conduit à placer les deux atomes de métal sur l'axe ternaire de part et d'autre et à des distances égales du centre de la maille (2). Quant aux atomes d'oxygène, on peut les supposer soit au milieu des arêtes, ce qui donne une maille holoédrique ($\Lambda_3, 3L_2, C, 3P$), soit sur les axes binaires comme le montre la figure, ce qui conduit à une maille à symétrie réduite ($\Lambda_3, 3L_2$) non superposable à son image.

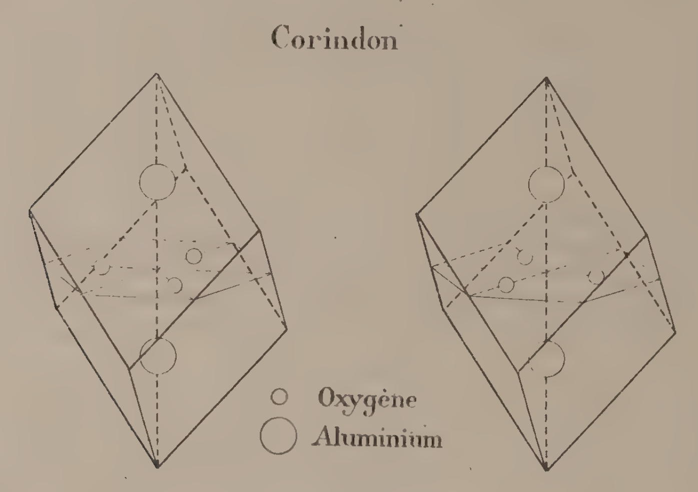
Dans ce dernier cas, pour retrouver la symétrie holoédrique, il faut supposer l'édifice construit à la fois avec des mailles droites et des mailles gauches, 2 mailles adjacentes par une face ou opposées par un sommet étant toujours énantiomorphes. On obtient alors un assemblage où les

(1) *X Rays and Crystal structure*, 3e éd., p. 169.

(2) On pourrait aussi placer les atomes de métal au centre et aux sommets de la maille; mais ce mode d'arrangement exigerait une réflexion du second ordre sur a^1 (111) très intense (accord de phase entre les ondes diffractées par tous les atomes), alors que j'ai pu vérifier que cette réflexion est très faible dans le cas de l'oligiste (Bragg l'avait même donnée comme nulle).

atomes O ne sont plus distribués avec la même périodicité que les atomes Al, une translation qui amène une maille droite sur une maille gauche réalisant la superposition des atomes du métal mais non celle des atomes d'oxygène. Cette particularité est exactement celle que j'ai étudiée chez la calcite [1] et doit entraîner ici les mêmes conséquences concernant la diffraction des rayons X.

Corindon



Si toutes les mailles étaient identiques, la réflexion de premier ordre sur les plans réticulaires (p, q, r) se ferait suivant un angle θ correspondant (par la formule $\frac{1}{2}\lambda = d_{pqr} \sin\theta$) à une équidistance d_{pqr} donnée par la formule générale :

$$d_{pqr} = \frac{d_{100}}{\sqrt{p^2 + q^2 + r^2 + 2(pq + qr + rp)\cos(100,010)}}.$$

Au contraire, la distribution des atomes d'oxygène dans des mailles énantiomorphes permet de prévoir, sur les plans réticulaires ayant pour indices *trois nombres impairs différents*, une réflexion de premier ordre *due à l'action des atomes d'oxygène seuls*, sous un angle θ qui correspond à une *équidistance* $2\,d_{pqr}$ *double* de celle qu'on calcule par la formule précédente.

Voici les résultats que j'ai obtenus avec la radiation K_α du molybdène ($\lambda = 0{,}708 \,.\, 10^{-8}$ cm), auxquels j'ai joint les équidistances (marquées d'un astérisque) déduites des données de Bragg. Les valeurs théoriques ont été calculées en admettant pour les mailles les dimensions suivantes :

---

(1) *Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 1331.

	Densité.	Arête a.	Angle plan α.
Corindon	3,96	$3,50.10^{-8}$ cm	85°46′
Oligiste	5,25	$3,69.10^{-8}$ cm	85°54′

	Corindon.			Oligiste.		
		d_{pqr}			d_{pqr}	
	θ.	trouvé. 10^{-8} cm ×	calculé. 10^{-8} cm ×	θ.	trouvé. 10^{-8} cm ×	calculé. 10^{-8} cm ×
p (100)	»	3,49*	3,48	»	3,65*	3,68
a^1(111)	»	2,17*	2,16	»	2,30*	2,28
d^1(1$\bar{1}$0)	»	2,37*	2,38	8°,1	2,51	2,52
b^2(210)	12°,7	1,61	1,60	12	1,70	1,69
$b^{\frac{3}{2}}$(320)	20,8	1,00	1,00	19,6	1,05	1,05
e_2(21$\bar{1}$)	14,7	1,39	1,40	13,7	1,49	1,49
(31$\bar{2}$)	23	0,91	0,91	21,5	0,97	0,96
e_3(31$\bar{1}$)	9,8 / 19,6	2,08	1,04	9,2 / 18,6	2,21	1,10
(531)	16,8	1,23	0,62	15,8	1,30	0,65
(51$\bar{3}$)	18,1	1,14	0,57	16,8	1,22	0,61

Les équidistances trouvées pour les plans 31$\bar{1}$, 531, 51$\bar{3}$, ayant pour indices trois nombres impairs différents sont bien doubles de celles qu'on calcule par la formule générale, ce qui confirme l'hypothèse de l'arrangement des atomes suivant deux sortes de mailles énantiomorphes.

GÉOLOGIE. — *Structure et stratigraphie générales de la péninsule du Cap-Bon.* Note [1] de M. **Allemand-Martin**, transmise par M. Depéret.

J'ai montré [2] que la péninsule du Cap-Bon comprend un anticlinal central éocène (chaîne de l'Abd-er-Rhamane), flanqué de deux anticlinaux sensiblement parallèles : celui de Korbous et l'anticlinal fragmentaire de Kélibia, auquel je rattache quelques lambeaux éocènes visibles le long de la côte et l'arête éocène de l'extrême pointe (Dj-Abiod), à direction infléchie NO. Les anticlinaux Korbous, Abd-er-Rhamane, Kélibia sont séparés par deux synclinaux miocènes : le synclinal de Takelsa au NO, et

(1) Séance du 18 février 1924.
(2) *Comptes rendus*, t. 149, 1909, p. 489.

celui de la Dakla ou de Outhan el Kabli à l'E, qui se rejoignent au N en une cuvette périclinale contournant l'Abd-er-Rhamane.

L'anticlinal Abd-er-Rhamane (altitude, 675^m) est constitué par un pli éocène de 40^{km} de long, à voûte érodée, laissant voir sur 1^{km} environ à Fortuna le haut, des calcaires à Nummulites de l'Éocène supérieur. Ce pli dissymétrique, avec pendage NO plus prononcé, se termine à ses deux extrémités par ennoyage sous le Miocène. Il est, en outre, longé sur son flanc, d'Oum Douil, jusqu'au delà de Karsouline, par un anticlinal miocène parallèle (altitude, 180^m) accessoire, surtout évident à Karsouline et offrant l'aspect d'un pli dissymétrique refoulé vers l'O : son axe se bifurque au N en deux digitations, l'une au N, l'autre vers l'E.

Le pli de grès éocènes de Korbous affleure (côte NO) sur 20^{km} de long, sa retombée SE est seule conservée formant falaise sur la mer. Il est probable, mais non certain, que ce pli se prolonge sous la mer jusqu'aux îles Zembra présentant également une retombée SE de grès éocènes.

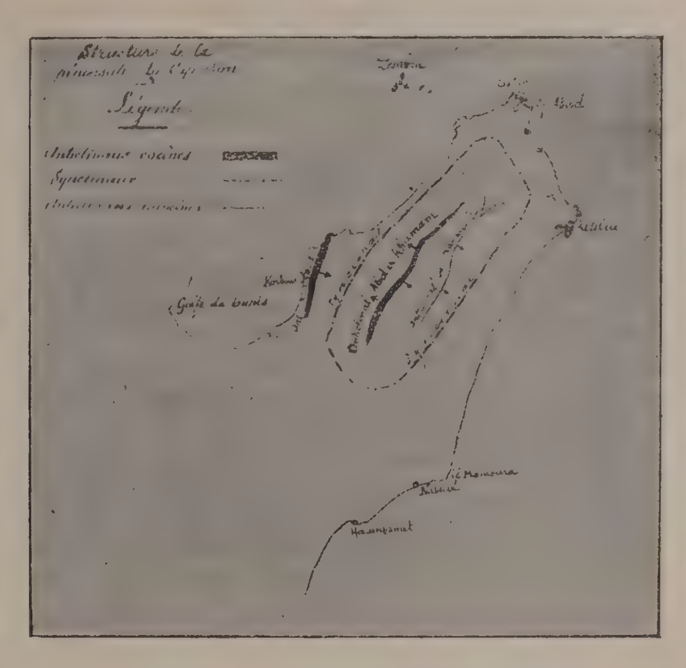
Le pli éocène de Kélibia dévié vers le N apparaît seulement sur 400^m de long et me paraît se raccorder à la crête formant le Cap par des grès rouges émergeant à fleur d'eau. Cette crête gréseuse du Cap, à direction SE NO, montre un pendage vers le centre de la péninsule avec ennoyage sous le Miocène.

La série tertiaire que jai observée au Cap-Bon est la suivante :

1° *Éocène et Oligocène.* — Le terrain le plus ancien est un calcaire en plaquettes succédant à un calcaire compact bleu à petites Nummulites (*N. Boucheri et incrassatus*), et *Hétérostégines* de l'Éocène supérieur ou Priabonien. Sous ces calcaires se montrent en quelques points près Korbous, et dans des puits à Fortuna le haut, des marno-calcaires sans fossiles. Sur les calcaires à *Nummulites* repose une puissante série gréseuse, d'aspect variable : ce sont d'abord des grès rouges siliceux durs à grains fins puis plus grossiers, ensuite des grès rouges à gros nodules ferrugineux, anguleux, très durs, presque noirs, analogues à ceux que M. Dareste de la Chavanne a signalés en Algérie (région de Guelma); enfin viennent des grès rouges à grains peu roulés, visibles sur toutes les crêtes. Avec M. Pervinquière j'attribue cette série, dite de grès Numidiens, en partie au Priabonien, en partie à l'Oligocène, sans qu'on puisse préciser en l'absence de fossiles.

2° *Miocène.* — Sur l'Éocène repose *en discordance* le *Burdigalien*, débutant par des grès roses marneux (20^m) que surmontent des grès rosés silico-calcaires à *Pecten convexior* (5 à 6^m), visibles sur le flanc Est du Korbous et sur les deux flancs de l'Abd-er-Rhamane. On passe ensuite à des grès à *Pecten præscabriusculus* et gros Oursins (très développés au Dj. Amara) affleurant sur les mêmes points et en outre sur le flanc Ouest de l'anticlinal de Kélibia et aux îles Zembra; enfin sur le versant Sud de la crête du Cap où ils offrent une teinte sombre spéciale.

Le Burdigalien se continue par une assise greso-calcaire lie de vin avec lumachelles à Anomies (Zaouiet-Djebali). Enfin l'étage se termine par une puissante série marneuse identique aux marnes cartenniennes d'Algérie.



Carte structurale de la péninsule du Cap-Bon $\frac{1}{1\,500\,000}$ environ.

L'étage *Helvétien* succède en concordance au Burdigalien sous la forme d'argiles marneuses à *Ostrea crassissima* formant notamment une longue bande de 2^{km} de large sur 50^{km} de long, de Bir Drasssene par le Nord d'Oum Douil et au delà de Karsouline.

L'étage Tortonien est formé à la base de grès jaunes ou bariolés surmontés d'une épaisse série marneuse que couronne une couche remplie d'*Ostrea gingensis*; celle ci disparaît bientôt sous l'assise à lignites (Bir el Oudiane) et au Nord-Ouest de l'anticlinal de Karsouline. Les marnes se retrouvent une deuxième fois sur la rive gauche de l'oued Oudiane, au contact avec les marnes plaisanciennes, ce qui confirme la disposition anticlinale du pli Miocène à Karsouline.

Pliocène. — Sur les marnes tortoniennes on observe des argiles verdâtres plaisanciennes parfois gypseuses à *Ostrea digitalina*, à *Amussium cristatum* et *Cardium* sp. Par-dessous viennent les sables astiens qui se présentent sous deux facies : 1° près d'Hammamet (oued Faouara, Dj. Reba Aïne), sous forme de sables fins avec fossiles de petite taille à l'exception de grands *Amussium cristatum* (route Hammamet-Nabeul, oued Krelas); 2° vers Nabeul Menzel Temine sous un facies plus grossier avec

gros exemplaires de *Macrochlamys latissimus, Flabellipecten flabelliformis* et *Ostrea lamellosa.*

On observe en outre l'Astien sur la côte sous les dépôts quaternaires monastiriens. (Grottes d'El Mamoura, Sillonville). Sur les sommets les sables ont été protégés par le *Calabrien* (¹).

Quaternaire marin. — Je rappelle seulement l'existence de l'étage *Monastirien* à l'altitude 18-20^m. Plus haut dépassant 30^m des travertins marins à débris de Strombes et même fossiles indéterminés paraissant représenter le Tyrrhénien.

Enfin les dunes consolidées (Panchines) surmontent le Monastirien sous un facies tantôt marin (Kourba, Menzel Temine, Kélibia) ou continental (El Aouaria). Tous ces terrains sont délimités sur la feuille du Cap-Bon au $\frac{1}{200000}$ dont je viens de terminer le levé géologique complet.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'existence d'un niveau lacustre à* Limnea longiscata *dans la série Nummulitique du Massif du Haut-Giffre (Haute-Savoie) et sur sa signification.* Note (²) de M. **Léon Moret**, transmise par M. W. Kilian.

L'anticlinal du torrent du Clévieux, prolongement de l'anticlinal couché de Balme, forme sur la rive droite du Giffre un ample pli-couché urgonien dont le flanc normal est recouvert par des affleurements très étendus de Nummulitique. Ces affleurements peuvent être étudiés entre Samoens et Sougey, mais le contact du Tertiaire et de son substratum n'est visible qu'en ces deux localités.

A Samoens, à partir d'un Sénonien rosé, on observe un conglomérat à galets de craie sur lequel reposent des schistes gris, très fendillés, à patine jaunâtre, l'une et l'autre de ces formations sont caractérisées par une grande richesse en débris de couche prismatique de gros Lamellibranches. Vers le S, la suite de la coupe se voit à Vallon d'en Haut où existent des marnes foncées riches en oogones de *Chara* avec quelques Limnées indéterminables.

Mais on ne voit pas ici la partie supérieure du Nummulitique et pour l'étudier il faut encore aller plus au S, au hameau de Sougey. L'affleurement intéressant se trouve à la sortie amont du village, au bord même de la route de Sixt.

On a là, superposés aux calcaires schistoïdes du Sénonien, un complexe de conglomérats et de *couches grises siliceuses très dures* dans lesquelles le microscope ne montre que des dépouilles d'Ostracodes, alternant avec des

(¹) Gignoux, *Les formations tertiaires et quaternaires de la Sicile*, 1916.

(²) Séance du 18 février 1924.

calcschistes à patine jaune et à prismes de Lamellibranches; enfin, sur ce complexe, vient *un ensemble très homogène de schistes et de calcaires noirs remarquables par une abondante faune lacustre.* Notons qu'à la base de cette formation se trouve un banc de conglomérat marin (le ciment contient des Nummulites) à silex crétacés et morceaux de calcaire siliceux à petits Gastropodes et graines de *Chara. Les couches lacustres peuvent être datées par l'existence de très nombreuses Limnées*, parmi lesquelles deux espèces sont dominantes : *L. longiscata* Bgt. et *L. pyramidalis* Deshay. Les autres formes sont voisines de *L. fusiformis* Sow., *L. acuminata* Bgt., *L. æqualis;* ces Limnées sont associées à de très petits Planorbes, de quelques millimètres de diamètre, du groupe de *Segmentina chertieri* Deshay sp. (¹).

Tous ces fossiles caractérisent le Bartonien s. l. et existent dans l'Éocène lacustre des Diablerets et de la Dent de Morcles, Éocène rendu classique par les travaux de Renevier.

D'ailleurs, à Sougey comme dans ces localités des Alpes suisses, la série se termine par les dépôts franchement marins du Priabonien (schistes et calcaires gréseux noirs à petites Nummulites, calcaires à Orthophragmines) (²). La série du pli du Clévieux est donc assez semblable à celle des Diablerets.

Remarquons que les complexes siliceux subordonnés aux couches à Limnées de Sougey et dont il existe des galets dans les conglomérats situés à la base de ces couches sont, à Arâche, *intercalés* entre les calcaires à grandes Nummulites, Assilines, Alvéolines à la base et les calcaires et schistes à petites Nummulites et Orthophragmines priaboniens au sommet.

On peut donc conclure de tous ces faits que la coupe d'Arâche montrerait un épisode marin lutétien séparé de l'autre épisode également marin du Priabonien par des complexes lacustres et saumâtres d'âge Auversien. Et si l'on redoute ce terme d'Auversien (d'ailleurs actuellement très discuté dans sa localité originaire même du Bassin de Paris) cette coupe mettrait

(¹) Les déterminations si délicates de ces fossiles d'eau douce ont été faites au Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon sous les yeux de M. le Professeur Depéret et avec l'aide bienveillante de M. Roman. Je les en remercie vivement. La plupart de ces formes sont figurées dans l'Ouvrage fondamental de Maillard et Locard [*Monographie des mollusques tertiaires terrestres et fluviatiles de la Suisse* (*Mém. Soc. Pal. Suisse*, t. 18-19, 1892, p. 93)].

(²) Aux Diablerets, les couches à *Limnea longiscata* sont subordonnées aux couches à *Cerithium Diaboli*, extrême base du Priabonien, ce qui a fait admettre à Boussac un âge Auversien ou même Lutétien pour ces niveaux lacustres.

en évidence la succession : Lutétien, Bartonien (dans son ancien sens), Ludien.

Nous sommes donc inévitablement amenés à introduire ici une *notion nouvelle*, celle d'une *transgression lutétienne beaucoup plus développée que ne l'avait pensé Boussac*, ce géologue lui avait en effet assigné, dans nos régions, une limite ne dépassant pas, vers l'Ouest, l'arc formé par les massifs cristallins de Belledonne et du mont Blanc.

Les dépôts marins jalonnant l'avancée extrême de cette mer lutétienne seraient donc représentés, dans la zone du massif de Platé, par les puissants conglomérats de base du Nummulitique et par les calcaires déjà cités d'Arâche ainsi que par les couches si caractéristiques à débris de prismes de Lamellibranches qui en sont l'équivalent latéral près de Serveray et dans la vallée du Giffre; à Bostan, par les calcaires à grandes Nummulites subordonnés aux calcaires à petites Nummulites signalés par Maillard [1]; enfin, par les gisements de l'ex-golfe auversien des Bauges étudiés par Boussac et ceux du Roc-de-Chère, au bord du lac d'Annecy, où le Lutétien est, cette fois, entièrement lacustre (couches à *Bulimus subcylindricus* et *Limnea Michelini*) et transgressé par le Bartonien-Ludien marin (Priabonien).

Après cette incursion, la mer s'est retirée lentement, d'où, installation d'un régime lagunaire puis lacustre, bien visible à Arâche, Sougey, à la Dent de Morcles et aux Diablerets : c'est l'époque du Bartonien s.l. L'érosion a pu commencer son œuvre, ce qui explique sans doute la rareté des affleurements marins lutétiens.

Enfin, cette oscillation négative a été suivie d'un retour offensif de la mer au Ludien (= Priabonien de Boussac) et cette nouvelle transgression qui n'a que peu dépassé la précédente vers le NW a déposé dans notre région des calcaires à petits Nummulites et Orthophragmines, des schistes à globigérines, des grès de Taveyannaz où l'on a récemment découvert des Orthophragmines [2].

A l'intérieur de la zone de bordure étudiée, il n'est pas possible de saisir les divisions établies. Ainsi, dans les Bauges, l'oscillation négative ne s'est pas fait sentir, la série marine est continue et représente par conséquent un ensemble Lutétien-Ludien incontestable où il est difficile de faire des coupures, tout au moins en ce qui concerne le paquet de terrains situés au-dessus des couches à grandes Nummulites lutétiennes!

---

(1) Cette indication avait été négligée par Boussac, je me propose d'aller la vérifier prochainement sur place.

(2) *Comptes rendus*, t. 178, 1924, p. 404.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la dessiccation des sols agricoles à l'air libre.* Note de M. A. Lebediantzeff, présentée par M. A.-Th. Schlœsing.

La simple dessiccation du sol à l'air, de même que sa stérilisation partielle par la chaleur et les antiseptiques, provoque-t-elle un accroissement de fertilité ?

1. A la station agronomique de Chatilovskaia (Russie, gouv. Toula), nous avons expérimenté, de 1915 à 1918, sur 81 échantillons de *terres noires* (tchernozem), à des états de culture différents. Chaque échantillon a été divisé en deux parties, l'une séchée en couche mince au soleil, l'autre conservée en tas et recouverte d'une bâche. Après un ou deux jours, les deux parties, amenées au même degré d'humidité avec de l'eau distillée, étaient mises en pots et ensemencées de millet.

I. — *Augmentations moyennes des rendements en poids obtenues avec les échantillons soumis à la dessiccation, pour* 100 *de récoltes obtenues avec les sols non séchés, et nombre des cas observés.*

		Groupement des augmentations :						
		au-dessous de 0.	de 0 à 20.	de 21 à 40.	de 41 à 60.	de 61 à 80.	de 81 à 100.	au-dessus de 100.
Augmentations moyennes.	Poids total.	— 2	10	30	49	72	88	148
	Grain.....	—10	12	30	49	67	91	144
	Poids total.				44		127	
	Grain.....				45		123	
Moyenne générale des augmentations pour tous les cas.	Poids total.				45			
	Grain.....				41			
Nombre des cas observés.	Poids total.	4	19	21	20	6	4	7
	Grain.....	9	17	22	14	9	4	6

2. En 1917, on a opéré avec d'autres plantes que le millet sur un échantillon de tchernozem traité comme précédemment.

II.

	Graminées fourragères.		Légumineuses.				
Plantes cultivées.	Festuca pratensis.	Bromus inermis.	Trifolium resupinatum.	Trèfle rouge.	Vesce.	Lentille.	Luzerne.
A......	568	291	138	137	135	134	131
B......	329				35		

	Céréales.				Plantes sarclées.			
	Maïs.	Avoine.	Blé d'été.	Millet.	Tournesol.	Betterave.	Carotte.	Pomme de terre.
A.....	137	130	130	117	116	112	111	108
B.....	28				12			

A. Rendements d'un sol soumis à la dessiccation pour 100 de récoltes fournies par les témoins. — B. Augmentations des rendements.

La dessiccation a agi le plus fortement sur les plantes des terrains humides (prairies) et le plus faiblement sur celles des terres desséchées artificiellement par les labours et sarclages.

3. Les divers états de culture du sol ont une grande influence sur la façon dont agit la dessiccation.

III. — *Rendements moyens d'échantillons de sols soumis à la dessiccation, pour* 100 *de récoltes fournies par les témoins.*

Terres jamais amendées.	Poids total.	Grain.
Friche naturelle de 18 ans	241	229
Culture triennale de légumineuses	161	148
Culture annuelle de céréales	138	133
Assolement triennal avec jachère nue	122	117
Terres régulièrement amendées (¹).	**Poids total.**	**Grain.**
Fumier de ferme (40ᵗ à l'hectare tous les 6 ans)	145	141
Phosphorite (135^{kg} P^2O^5 à l'hectare tous les 3 ans)	143	143
Superphosphate (45^{kg} P^2O^5 à l'hectare tous les 3 ans)	128	131
Non amendée	122	117

L'effet de la dessiccation a été particulièrement marqué sur les terrains laissés en friche et ensuite sur ceux affectés depuis plusieurs années à la culture des herbacées. Les sols soumis à une culture mécanique régulière ont été moins sensibles à la dessiccation; l'emploi des engrais les a rendus plus aptes à en éprouver les effets.

4. L'effet de la dessiccation, pour un même sol, varie avec la profondeur.

IV. — *Rendements moyens* (*poids total*) *d'échantillons de sols soumis à la dessiccation, pour* 100 *de récoltes fournies par les sols témoins.*

Couche du sol (en cm)	De 0 à 20.	De 20 à 40.	De 40 à 60.	De 60 à 80.
Assolement triennal	141	288	259	140
Jachère nue quadriennale	176	314	273	96
Friche de 18 ans	283	374	374	282

(¹) Assolement triennal avec jachère nue.

Ce sont les deux couches intermédiaires qui ont le plus réagi. La couche supérieure, exposée à une dessiccation naturelle, de même que la couche inférieure, qui ne contient presque pas d'humus, ont réagi plus faiblement.

5. L'accroissement de la fertilité du sol par sa dessiccation a varié avec le degré de dessiccation et le nombre de séchages, séchages successifs séparés par des humectations à l'eau distillée (1917-1918, culture de millet, poids total).

V.

Humidité.	Sol non séché.	Sol séché jusqu'à				
Eau pour 100 de sol sec...	35.	25.	15.	10.	6.	3.
Assolement triennal......	100	81	94	96	131	135
Jachère non quadriennale.	100	75	78	91	136	144
Friche de 18 ans........	100	83	111	»	217	248

VI.

Nombre de séchages.	Sol non séché.	Sol séché 1 fois.	2 fois.	3 fois.	4 fois.
Assolement triennal non fumé.	100	145	137	154	156
Assolement triennal fumé.....	100	110	169	181	144
Friche de 18 ans..............	100	183	212	222	219

L'augmentation de rendement s'est produite quand l'humidité du sol est descendue à 6 pour 100 pour les terres labourées et à 14 pour 100 pour la friche. La répétition des séchages a accru aussi le rendement, avec maximum d'effet au bout de trois dessiccations.

PHYSIQUE VÉGÉTALE. — *La Bioradioactivité existe-t-elle ?* Note de M. **Paul Becquerel**, présentée par M. L. Maquenne.

Dans une Note récente [1] M. Albert Nodon a annoncé qu'à la suite de nombreuses recherches sur la radioactivité cellulaire il a découvert « que les organismes vivants, végétaux et animaux, sont le siège d'une radioactivité qui paraît être fonction du degré de vitalité de ces organismes » car après leur mort elle ne se manifeste plus. « Cette radioactivité dépasse parfois celle du radium utilisé dans ces recherches » qui se trouvait sous forme d'un échantillon de sulfate de baryum-radium dont l'activité était égale

[1] *Comptes rendus*, t. 178, 1924, p. 486,

à 15 fois celle de l'uranium; cette bioradioactivité « était plus grande au soleil que dans une pièce close ».

Or le même fait, à l'insu de M. Nodon, a déjà été publié ici-même par M. Tommasina (¹). En effet ce savant dit avoir constaté par des observations électroscopiques « la faible radioactivité que possèdent tous les végétaux fraîchement cueillis; tels que les herbes, les fruits, les feuilles, les fleurs, alors que les mêmes végétaux desséchés n'en présentent plus que des traces minimes ou rien ». Les animaux expérimentés, qui ont été des oiseaux, ont donné les mêmes résultats; « il ne semble plus y avoir de doute possible sur la généralité du phénomène » que cet auteur a appelé *bioradioactivité*. Il a aussi remarqué, comme M. Nodon, que la lumière solaire accentuait le phénomène, mais il a vu qu'il s'agissait d'une influence particulière de l'ultraviolet solaire contre lequel il fallait prendre des précautions.

Dès que nous avons eu connaissance de cette découverte de la bioradioactivité, désirant connaître sa valeur exacte chez les végétaux, particulièrement chez les graines en germination ou à l'état de vie latente, afin de savoir s'il n'y avait pas là un moyen beaucoup plus sensible que celui de l'analyse des échanges gazeux pour déceler la présence de la vie, nous avons été amenés à répéter les expériences de M. Tommasina.

Les résultats que nous avons obtenus, dont n'a pas eu connaissance M. Albert Nodon, ont cependant été publiés ici-même (²) où nous constations « qu'il nous a été impossible de déceler la moindre radioactivité de la part des graines, des germinations, des mousses, des tiges feuillées, lorsqu'on prenait toutes les précautions minutieuses contre la transpiration en plaçant à côté de l'objet en expérience un morceau de baryte anhydre ». La bioradioactivité signalée ne serait qu'une illusion due à une erreur d'expérimentation.

Cette conclusion, Henri Becquerel, qui avait suivi avec un vif intérêt mes expériences, l'avait admise. Mais bientôt après de nombreux observateurs tels que Camille Acqua, Thomas, Lancien, Salles, en se servant des méthodes les plus sensibles du Laboratoire de Pierre Curie, n'en persistèrent pas moins à en poursuivre l'étude. Ils retrouvèrent tous nos mêmes résultats négatifs (³).

(¹) *Comptes rendus*, t. 139, 1904, p. 730.

(²) *Comptes rendus*, t. 140, 1905, p. 54.

(³) Thomas et Lancien, *Recherches sur l'ionisation biologique* (*C. R. Société de Biologie*, juillet 1909).

Enfin M. Daniel Berthelot, ainsi qu'il vient de l'annoncer à l'Académie des Sciences à la suite de la Communication de M. Nodon, avait entrepris de 1909 à 1910 les mêmes recherches. Pour lui aussi la bioradioactivité végétale et animale n'était causée, comme nous l'avions indiqué le premier quatre ans auparavant, que par « de simples apparences dues à l'humidité ».

Dans ces conditions comme nos appareils sont susceptibles de déterminer une radioactivité inférieure au $\frac{1}{300}$ de celle de l'oxyde d'urane, lorsque nous nous mettons à l'abri de toute cause d'erreur, il est toute évidence que la bioradioactivité, constatée d'abord par M. Tommasina, ensuite par M. Nodon, qui était parfois de 4000 à 5000 fois plus forte, n'aurait pas échappé à l'exactitude de nos mesures.

Maintenant, tous nos résultats négatifs tranchent-ils définitivement l'importante question de la radioactivité végétale et animale? Nous ne l'affirmerions pas. Bien au contraire nous estimons qu'une très faible radioactivité des végétaux et des animaux au-dessous de la sensibilité de nos appareils doit probablement exister, car il ne faut pas oublier que dans les protoplasmes des végétaux et des animaux il y a un élément chimique biogénétique, c'est-à-dire absolument indispensable à la vie, qui est légèrement radioactif. C'est le potassium dont l'activité serait mille fois moindre que celle de l'urane. Les cendres de la matière vivante végétale en contiennent aux environs de 20 pour 100, ce qui est assez considérable.

C'est seulement lorsque nous saurons mesurer cette très faible radioactivité normale des organismes pendant leur vie et immédiatement après leur mort, leur poids restant constant, que par comparaison nous pourrons décider s'il existe réellement une bioradioactivité.

ZOOLOGIE. — *Horizons de la zone intercotidale dans la petite Syrte.* Note (¹) de M. **L.-G. Seurat**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Les côtes méridionales de la Tunisie, généralement peu élevées, souvent occupées par des sebkhra, limitent des plages à déclivité très faible sur lesquelles les marées sont très sensibles : celles-ci atteignent leur maximum dans le fond du golfe de Gabès, où la montée en vive eau atteint $2^{m},35$.

(¹) Séance du 11 février 1924.

La zone intercotidale de la petite Syrte comprend essentiellement trois horizons :

Horizon supérieur (caractérisé par le *Tylos armadillo* Latreille) représenté le plus souvent par du sable ou du gravier sur lesquels sont amassés de forts cordons de Posidonies, hauts parfois de près de 1^m^ (Zarzis, Bou Grara, îlots du Bahiret-el-Biban) ou de Cymodocées (îles Kerkennah), cordons baignés à leur base et éclaboussés par les vagues à marée haute de vive eau ; parfois, ainsi qu'on l'observe à l'îlot Cattaya-el-Baharia, ce niveau est représenté par un trottoir rocheux couvert par la petite Balane *Chthamalus stellatus* Ranzani, sur lequel on observe *Littorina neritoides* L. (*cærulescens*), *Trochocochlea turbiformis* v. Salis et *Ligia italica* Fabr. ; dans ce même îlot, ce trottoir est coupé de place en place par des plages de sable fin habité par le *Talitrus saltator* Mont. et par les larves d'un Tabanide, l'*Ochrops seurati* Surcouf ; sur la plage extérieure de Chercheria, un des ilots qui ferment l'entrée du Bahiret-el-Biban, ce niveau supérieur est représenté par le même sable fin habité par des Talitres et bordé en retrait d'un faible cordon de Posidonies.

Horizon moyen (caractérisé par le *Sphæroma serratum* Fabr. et le *Mytilus minimus* Poli) immergé entièrement aux marées hautes de vive eau, partiellement découvert aux marées hautes de morte-eau ; la limite inférieure de cet horizon marque celle des marées basses de morte-eau.

Ce niveau, d'un prodigieux intérêt au point de vue des associations animales qu'on y observe, est représenté en beaucoup de localités de la Syrte mineure, Adjim (île Djerba), Maharès, El Ataya et Ouled Yanek (îles Kerkennah), Bou Grara, îlot de la crique de Gourine, par une plage de sable vaseux durci, à très faible déclivité, sable recouvert d'une croûte épaisse d'environ 1^{mm} formée d'une stratification de diverses Schizophycées : *Microcoleus chthonophastes* Thuret, *M. tenerrimus* Gomont et *Lyngbia æstuarii* Liebn. à Adjim, *M. chthnophastes* et *Lyngbia æstuarii* à Bou Grara, *M. chthonoplastes* à Ouled Yanek et à l'îlot Gourine. Sur cette croûte, fortement échauffée par des rayons solaires durant plusieurs heures, végètent quelques rares touffes de *Salicornia fruticosa* L.; on y voit courir des Cicindèles, des Diptères, *Musca humilis* Wied., *Lispa candicans* Kowarz, *Thinophilus flavipalpis* Zett., *Geranomyia bezzii* Alexander et Leonard (au printemps) et des Machilis.

A Adjim cette plage est séparée de l'étroite banquette rocheuse par une bande de sable vaseux sur lequel le *Pirenella conica* Blainv. trace des sillons. Le sable vaseux à croûte d'Oscillariées est entaillé de chenaux qui parfois en séparent des îlots; dans l'eau surchauffée à marée basse de ces chenaux on observe le *Sphæroma serratum* en grande abondance, *Mytilus minimus* Poli, *Cardium edule* L. var. *Lamarcki*, des Mysis, *Paguristes oculatus* Fabr. et une Algue verte, l'*Acetabularia mediterranea* Lamour., fixée sur des cailloux, des coquilles vides de Cardium parfois sur des feuilles mortes de Posidonies; la petite Pintadine, *Meleagrina occa* Reeve s'y rencontre

exceptionnellement, à l'état d'individus isolés et rabougris. D'autre part, la plage montre, par places, des flaques peu profondes occupées par le *Pirenella conica* et des Entéromorphes; cet accident est particulièrement développé dans le petit îlot de la crique de Gourine où, dans une flaque entourée d'une végétation de *Salicornia fruticosa* et de *Statice delicatula* Gir., j'ai observé, en avril, le *Pirenella conica* associé à une Corise, *Corixa vermiculata* Puton.

Ce même horizon est présenté à l'îlot Cattaya Gueblia, à El Ataya et sur le versant extérieur du Slob-ech-Chergui (Biban) par un calcaire jaunâtre, tendre, poreux, fossilifère, à *Cardium edule* var. *altior*, *Tapes decussatus* L. et *Cerithium vulgatum* Brug. v. *intermedia*, montrant dans ses anfractuosités et ses cavités des associations assez riches : *Sphæroma serratum*, *Lasæa rubra* Mtg., *Truncatella truncatula* Drp., *Ovatella firmini* Payr. en abondance prodigieuse, *Alexia bidentata* Mtg., *Littorina nervillei* Dautz., *Pontodrilus littoralis* Grube, *Hydroschendyla submarina* Grube, *Perinereis cultrifera* Grube, *Allorchestes plumicornis* Heller, *Blennius pavo* Risso, etc.

A El Ataya, ces deux faciès de sable vaseux couvert d'une croûte de Schizophycées et de calcaires tendres poreux sont contigus et situés entre une bande de sable vaseux ferme, azoïque, en retrait du cordon de Cymodocées et la plage de vase molle à *Cardium edule*, en sorte que leur parallélisme apparaît immédiatement.

Au delà d'Adjim, sur la côte de Djerba, on observe un troisième faciès sous l'aspect d'une large chaussée rocheuse dont les fissures sont jalonnées par les colonies de *Mytilus minimus* et de *Sphæroma serratum*; la même chaussée est réalisée sur le versant extérieur de l'îlot Cattaya-el-Baharia, où l'on trouve en outre le *Patella cærulea* L.

Horizon inférieur découvert aux marées basses de vive eau, représenté en beaucoup de points de la petite Syrte, Maharès, El Ataya, Ouled Yanek, estuaire sinueux des oued Oum-ez-Zessar et ez-Zeuss creuse dans la sebkhra de Chaaba, Adjim, Bou Grara, par une vase sableuse plus ou moins molle, couverte d'une rare végétation de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Asch.

La faune, très pauvre, est essentiellement caractérisée par *Perinereis cultrifera*, *Terebella lapidaria* Köhler, *Aricia foetidia* Clap., des Clymene, *Cardium edule* var. *paludosa*, *Tapes decussatus* L. *Natica josephinia* Risso dont les curieuses pontes en forme de lanière enroulée en tronc de cône jonchent le sol au printemps, *Nassa mutabilis* L., *Conus mediterraneus* Brug., *Pisania maculosa* Gmel., *Cerithium hormidulum* Monts., *Murex trunculus* L., ce dernier le plus souvent surpris à manger des Cérithes, *Euthria cornea* L., *Gibbula umbilicaris* L., *Callianassa subterranea* Montagu, *Diogenes pugilator* Roux, *Paguristes oculatus* Fabr. Au voisinage de l'embouchure de la rivière artésienne d'Adjim la vase est recouverte d'une multitude d'individus de *Cyclonassa neritea* L. et d'*Amycla corniculum* Olivi; sur les berges du chenal creusé par la rivière sur la plage, ces coquilles font place au *Pirenella conica*.

La plage de vase molle de l'estuaire de Chaaba, à végétation très maigre

de Cymodocées, et surtout habitée par *Conus mediterraneus Natica josephinia*, *Tapes decussatus* et *Solen marginatus* Pennant var. *minor* Plry ; celle de Bou Grara, où la végétation est plus dense, est fréquentée en avril par des civelles ou Anguilles de montée.

La plage orientale de la crique de Gourine permet d'observer, sur la vase à *Natica josephinia*, *Nassa mutabilis*, *Conus mediterraneus* et *Tapes elongatus* B. D. D. des cailloux avec la faune de l'horizon moyen : *Ostrea tarentina* Issel, *Mytilus minimus*, *Balanus spongicola* Brown.

PHYSIOLOGIE. — *Action de quelques agents physiques et chimiques sur la mobilité de l'infusoire cilié*. Note de MM. **E.** et **H. Biancani**, présentée par M. Charles Richet.

I. Action des rayons ultraviolets :

A. Nous avons poursuivi, sur *Paramecium caudatum*, l'étude des variations de l'activité ciliaire.

Nous avons fait usage d'un faisceau de rayons ultraviolets complexe, mais toujours le même, dont nous avons fait varier l'intensité en augmentant ou diminuant la distance entre la source radiante et les organismes irradiés.

La quantité d'énergie radiante $\frac{1}{r^2}st$, que nous appellerons I_R étant représentée, pour $s=1$, $r=1$, $t=1$, par la quantité 100, — le diaphragme utilisé ayant 5^{mm} de diamètre, voici les résultats que nous avons obtenus :

a. Irradiations faibles (I_R de 1 à 10). — La mobilité de l'infusoire décroît progressivement; les mouvements se ralentissent; on assiste en certains points à un rapprochement des infusoires qui s'agglomèrent, s'agglutinent; certains individus s'immobilisent même passagèrement. Après un temps variable, les mouvements réapparaissent, l'activité locomotrice redevient normale.

b. Irradiations fortes (I_R de 50 à 100). — Toute mobilité cesse pour ne plus réapparaître. Cette immobilité est suivie, le plus souvent, et à brève distance, par la désagrégation du protoplasme cellulaire.

B. Nous avons recherché s'il existait une relation numérique entre le temps nécessaire pour obtenir la cessation du mouvement et l'intensité de l'énergie radiante. Nos expériences, effectuées avec quatre cultures différentes d'infusoires, nous ont donné les résultats suivants :

Première expérience.

Intensité radiante.	Temps (¹) (en secondes).
8	900
10	600
15	300
25	225
45	125
100	55

Deuxième expérience.

Intensité radiante.	Temps (en secondes).
8	900
10	540
15	300
25	225
45	125
100	120

Troisième expérience.

Intensité radiante.	Temps (en secondes).
10	630
15	390
25	240
45	180
100	150

Quatrième expérience.

Intensité radiante.	Temps (en secondes).
10	570
15	360
25	240
45	160
100	120

La valeur des chiffres diffère, mais l'allure des quatre courbes est la même. Ces courbes sont à allure hyperbolique assez régulière pour que la courbe des inverses soit sensiblement une droite.

Allant plus loin, nous pouvons envisager la notion de vitesse, rapport entre la grandeur de la réaction (donnée par le passage de l'activité locomotrice normale à l'immobilité) et le temps nécessaire à sa production, et nous pouvons étudier les variations de cette vitesse en fonction des variations d'intensité. A ce point de vue, les expériences ci-dessus montrent que la vitesse est à peu près inversement proportionnelle à l'intensité.

II. Action des solutions salines hypertoniques. — Nous avons constaté, avec un certain nombre de sels (choisis parmi les sels alcalins et alcalinoterreux), que leurs solutions agissent sur l'activité locomotrice de l'infusoire suivant leur concentration moléculaire.

a. Variations de concentration d'un même sel, soit le NaCl :

Concentrations moléculaires.	Temps nécessaire à l'immobilisation.
0,32	330″
0,34	180
0,38	110
0,42	70
0,46	55

(¹) Temps nécessaire à l'immobilisation.

b. Solutions de sels différents d'égale concentration moléculaire :

	Concentrations moléculaires.	Temps.
NaCl	0,38	118″
KCl	0,38	120
CH^3COONa	0,38	123
$BaCl^2$	0,38	120

c. Mélange, à proportions égales, de deux sels à même concentration :

	Concentrations moléculaires.	Temps.
$NaCl + BaCl^2$	0,38	122″

On voit que ces chiffres sont sensiblement égaux.

En prenant comme variable la concentration moléculaire, on trouve ici encore, pour les temps, une réaction hyperbolique, comme dans le cas des ultraviolets.

III. Action de quelques autres substances. — Étudiant l'action de quelques autres substances — urée, ammoniaque, iode — sur l'activité locomotrice de l'infusoire cilié, nous avons retrouvé des relations du même ordre que précédemment entre les doses de substances et les temps nécessaires à obtenir l'immobilisation.

1° Urée.		2° Ammoniaque.		3° Iode.	
Concentrations moléculaires.	Temps (secondes).	Doses pour 1000.	Temps (secondes).	Doses pour 1000.	Temps (secondes).
0,30	600	0,025	600	0,010	600
0,33	210	0,028	240	0,011	180
0,35	160	0,032	105	0,012	118
0,41	75	0,036	75	0,014	80
0,52	40	0,040	50	0,016	60
		0,050	42	0,018	53

On voit que la relation entre les doses et les temps peut, dans tous ces cas encore, être figurée par une courbe à allure hyperbolique.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Coagulation et structure de l'œuf.* Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. d'Arsonval.

La chute de tension superficielle du milieu colloïdal, donnée précédemment comme *la cause de la coagulation* [1], intervient aussi dans les opérations de l'*œuf*, sa nutrition, son évolution, et même dans le déterminisme du sexe.

1° *L'eau dans l'œuf d'oiseau.* — Soumettons d'abord les œufs à la dessiccation, blancs et jaunes séparés, sous cloche fermée et en présence de SO^4H^2 concentré. On a, au bout de 64 jours, un poids invariable :

Poids moyen :	Avant.	Après.
D'un blanc ou *vitellus*	15g,50	8g,10
D'un jaune ou *ovalbumine* ...	28g,50	4g,00
Ensemble	44g,00	12g,10

La proportion d'eau est donc de : $44 - 12,10 = 31^{g},90$, soit de 72,50 pour 100, ou 86 pour 100 pour l'ovalbumine et 48 pour 100 pour le vitellus.

En suivant la *marche de la déshydratation* sur un tube gradué, par comparaison avec un tube rempli d'eau distillée, j'observe que, toutes choses égales, *l'ovalbumine se déshydrate d'abord plus vite que l'eau pure.* Il semble que, dans la substance de l'œuf, l'eau soit en partie *libre* et sans grande cohésion, et en partie *liée* aux particules d'albumine. C'est probablement l'eau adhérente qui assure le travail profond de la matière et la nutrition ; elle constitue une phase dynamique.

2° *État physique de l'œuf.* — A l'état sec, et n'ayant subi aucune altération, l'ovalbumine est en lamelles jaunes et transparentes où, à la loupe, on décèle des *éléments spiraloïdes* enrobés dans une matière homogène de moindre densité.

Cette structure rappelle les couches concentriques du grain d'amidon. Les spirales sont *l'albumine insoluble*, dense, presque opaque, élastique, le reste étant *l'albumine soluble*, de réfringence très voisine.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 178, 1924, p. 522. Il faut ici rectifier trois erreurs typographiques :

	Au lieu de :	Lire :
	g.	g.
Page 523.	12,50	112,50
» 524..............	114,50	14,50
» 524..............	29	27

On peut, sur un blanc frais, les séparer l'une de l'autre par décantation lente, et reconnaître que la première est plus hydratée que la seconde. La coagulation est plus rapide là qu'ici, et l'on croirait qu'elle procède par resserrement graduel des spires. En tout cas, la structure spiraloïde mérite de figurer parmi celles que Bütschli, entre autres micrographes, a bien étudiées.

Quant au vitellus, la dessiccation en fait une masse résistante, semblable à la cire jaune et d'*aspect granuloïde*. La tension superficielle de ce vitellus est *les deux tiers* de celle de l'ovalbumine et explique la forme sphérique des éléments composants.

De fines pellicules blanchâtres recouvrent le jaune, et s'en détachent brusquement quand on le ramène à l'air humide. Cette desquamation résulte d'une action inégale de l'humidité sur le vitellus et sur sa frêle enveloppe.

3° *Les coagulants de l'œuf : a. Action des sels.* — Des tubes contenant chacun 10^g d'ovalbumine reçoivent 0^g,50 de chlorures, carbonates, sulfates, phosphates. La série des chlorures montre que la matière reste liquide, ne coagule pas en présence de $NaCl$, même après 27 jours; léger voile avec KCl et $MgCl^2$, flocons et trabécules de plus en plus gros avec $CaCl^2$, $BaCl^2$ et $ZnCl^2$, ce dernier sel coagulant l'albumine en une sorte de cire. On fait les mêmes remarques sur les séries des carbonates et phosphates, sels d'ailleurs présents dans l'œuf, et il est à noter que le *phosphate de soude s'oppose à la coagulation*. D'où un état de semi-fluidité.

Le vitellus conduit aux mêmes conclusions.

b. Action de l'eau. — L'ovalbumine sèche réabsorbe de l'eau et se gélatinise; *le phénomène est donc réversible*, tandis que toute altération de la structure, due à la chaleur ou à l'alcool, le rend *irréversible*.

Dans un excès d'eau, l'ovalbumine se disloque en petites membranes et filaments blanchâtres, ayant l'apparence de la laine. Cet aspect fibro-membraneux est dû à la dialyse des sels entraînant la perte de l'état colloïdal. Alors la tension superficielle si élevée de l'eau étend, développe en surfaces minces le colloïde. Les fragments, recueillis sur un filtre, se redissolvent dans une solution de CO^3Na^2.

Il y a donc un *équilibre osmotique qui accompagne l'état d'albumine*, et probablement celui de toute matière vivante, du protoplasma. Dans *l'œuf couvé*, nous trouvons 18 pour 100 d'eau en moins par comparaison avec l'œuf frais, comme si le « développement » s'opérait par voie de coagulation.

En déshydratant fortement les ovules, on a même vu se réaliser uniquement le *sexe femelle* (Mlle King); la surabondance d'albumine, ou d'eau,

favorise le sexe mâle (Lienhard). D'où la conclusion que les échanges osmotiques plus ou moins actifs modifient l'intensité de la nutrition et déterminent le sexe.

c. Action de la chaleur. — La coagulation thermique enlève 25 pour 100 d'eau au blanc, 20 pour 100 au jaune; *sa durée dépend exactement du degré d'hydratation*, et ses effets sont irréversibles. On l'accélère en abaissant la tension superficielle du milieu par addition de sels, alcools, huiles et autres coagulants déjà indiqués [1]. Et la vitesse de cette coagulation suit l'abaissement de la tension, dont nous donnerons quelques valeurs pour compléter nos précédentes recherches.

Ainsi, pour l'eau à 15°,5, A = 73 mg/cm.

Les solutions salines à $\frac{1}{150}$ qui suivent donnent :

	PO^4Na^3.	CO^3Na^2.	PO^4K^3.	$(PO^4)^2Ca^3$.	CO^3K^2.	SO^4Ca.
A (mg/cm)....	73	72	71	70	70	66

Le chiffre concernant le phosphate de calcium est incertain, à raison de la très faible solubilité de ce sel.

Dans l'incubation de l'œuf, la chaleur est évidemment le facteur coagulant, et elle agit de façon irréversible.

Conclusions. — *Groupons maintenant les faits. Ils montrent que les abaisseurs de tension superficielle, sels, alcools, graisses, chaleur, provoquent la coagulation de l'œuf en le déshydratant. Ils modifient par là l'intensité des échanges osmotiques et nutritifs, qui, dans la graine par exemple, sont tellement affaiblis que l'on a une* vie latente. *Ici l'eau est rare, et l'on sait que la* maturation de l'œuf *entraîne une perte d'eau analogue, autant chez les plantes que chez les animaux. La* germination *cesse pour une dessiccation avancée, l'évolution embryonnaire est influencée quant au sexe, tandis que la vitalité et la nutrition redeviennent actives à mesure que les agents coagulants s'éloignent. On est donc porté à dire que* la vie est une opération plus ou moins lente de coagulation protoplasmique, *débutant dans l'œuf, nettement accusée au cours de la vieillesse, sans qu'il y ait certitude absolue sur le caractère* fatal *de cette marche irréversible. Rien n'atteste, non plus, que ce phénomène physico chimique ne puisse pas être retardé par des agents coagulants, antagonistes des abaisseurs de la tension superficielle.*

---

(1) Le détail de ces expériences sera donné dans un autre Recueil.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur la nature, la constitution et le mode d'action des diastases tissulaires d'origine animale. Interprétation des résultats de l'analyse chimique et électrique.* Note [1] de **F. Maignon**, présentée par M. E. Leclainche.

Dans une précédente Note, nous avons montré les analogies existantes entre les diastases tissulaires d'organes animaux et les diastases du suc pancréatique, les premières perdant leur activité thérapeutique, et les secondes leur activité digestive, par dissociation complète des éléments minéraux et protéiques sous l'influence de l'électrolyse. Voyons maintenant les différences qui existent entre ces deux catégories de catalyseurs.

Au point de vue de la teneur en métaux, il ne semble pas qu'il y en ait d'importantes. Toutes renferment du calcium en abondance et toutes contiennent, en plus, un ou plusieurs autres métaux : magnésium, fer, etc.

C'est du côté de la teneur en acides que résident les divergences les plus nettes. Les diastases tissulaires seules renferment de l'acide silicique et donnent à l'incinération une masse vitreuse.

A côté de l'acide silicique, ces diastases peuvent contenir les acides phosphorique et arsénique, polyatomiques comme le premier. Les diastases du suc pancréatique ne renferment aucun acide polyatomique, mais seulement un acide monoatomique, l'acide chlorhydrique.

Le passage du courant détermine d'autre part avec les diastases tissulaires un coagulum dans les deux branches, positive et négative. Cela indique que les ions métalliques ne sont pas tous libres ou combinés à des ions OH, mais que certains sont fixés sur des granules de micelles colloïdales auxquelles ils communiquent une charge électropositive.

Ces poudres renfermeraient donc deux catégories nouvelles de diastases répondant aux formules suivantes :

$$(SiO^4)^{H.H.H.H},\quad (PO^4)^{H.H.H},\quad (AsO^4)^{H.H.H},\quad Fe^{OH.OH},$$

les diastases hydrolysantes du suc pancréatique répondant à la formule Cl^{H}.

On peut admettre que les diastases $Fe^{OH.OH}$ représentent des oxydases. Il en existe aussi très probablement à base de manganèse, mais les réactions chimiques de ce métal étant moins sensibles que celles du fer, c'est proba-

---

[1] Séance du 11 février 1924.

blement la raison pour laquelle nous ne l'avons pas décelé. Nous nous proposons de compléter cette étude en ayant recours à l'analyse spectrale, afin de rechercher le manganèse, le zinc, le cuivre, etc.

Les diastases à base d'acides polyatomiques ne représenteraient-elles pas les catalyseurs de synthèse, par analogie avec ce que l'on observe en chimie, où l'acide chlorhydrique monoatomique suffit aux phénomènes d'hydrolyse, tandis qu'il faut un acide diatomique $SO^4\langle^H_H$ pour effectuer la soudure de deux molécules d'alcool par perte d'eau. L'acide silicique, qui est à la fois un acide fort, par conséquent fortement ionisable, et un acide *tétratomique* doit, à plus forte raison, posséder cette propriété. Il est à remarquer que les acides phosphorique et arsénique sont aussi des acides forts.

On s'expliquerait ainsi l'absence d'acide silicique, phosphorique et arsénique dans les ferments du suc pancréatique, où les diastases de synthèse n'ont aucune raison d'exister. On s'expliquerait aussi l'absence de coagulum dans la branche négative, car il n'y a pas davantage de raison pour que l'on y rencontre des oxydases.

Nous ferons remarquer d'autre part que les diastases avec lesquelles on obtient le coagulum de beaucoup le plus important dans la branche négative sont celles de muscles striés, après viennent celles de foie. Or, c'est précisément dans les muscles d'abord, et dans le foie ensuite que les combustions présentent leur maximum d'intensité.

Nous remarquerons que les constituants minéraux dont nous avons décelé la présence dans les diastases tissulaires sont tous des médicaments de la nutrition : calcium, magnésium, fer, phosphore, arsenic. Il est probable que les composés du silicium présenteraient au point de vue thérapeutique la même importance que les composés du phosphore et de l'arsenic.

La présence abondante du calcium *dans toutes les diastases* nous explique d'autre part le rôle extrêmement important de ce métal en biologie.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur un actinomètre à lecture directe destiné à la mesure de l'ultraviolet solaire.* Note de M. **B. Szilard**, présentée par M. d'Arsonval.

Nous avons réalisé un actinomètre photo-électrique fonctionnant sans accessoires d'aucune sorte et pouvant être reproduit dans des conditions toujours égales, les données qu'il fournit se rapportant à des étalons convenablement choisis. Les mesures consistent uniquement en lectures du déplacement d'une aiguille sur un cadran. L'instrument étudié est surtout destiné à la mesure de l'ultraviolet solaire, si importante au point de vue météorologique et climatologique; il peut également être utilisé sans modifications à la mesure de toute source artificielle, comme la lampe à vapeur de mercure, l'arc, l'étincelle, etc.

Principe. — Une cellule photo-électrique en *quartz* à cathode en cadmium sert d'organe détecteur et un électromètre à lecture à aiguille (analogue au type précédemment décrit) mesure l'intensité du courant transmis par la cellule proportionnellement à l'intensité des radiations.

L'emploi du quartz s'impose car seul cette substance peut fournir des indications constantes; d'autre part il n'engendre pas de courants parasitaires auxquels le verre donne toujours naissance.

Le cadmium a été choisi pour cathode à cause de sa réaction sélective vis-à-vis des rayons ultraviolets compris entre $\lambda = 3900$ et $\lambda = 2950$ U. Å. Les radiations visibles à partir de 3800 U. Å. sont pratiquement sans action sur ce métal. Le cadmium distillé dans l'hydrogène et conservé dans une atmosphère d'argone possède la propriété de réagir d'abord *uniquement* à l'ultraviolet entre les limites indiquées et de plus, de présenter une sensibilité maxima coïncidant avec celle de la peau humaine (¹).

Pour les mesures de climatologie biologique le phénomène sélectif, photo-électrique du cadmium constitue donc un effet de choix.

Nous avons pu vérifier que ces cellules restaient semblables à elles-mêmes à 3 pour 100 près (limite de précision de la source étalon actuel) en un an

(¹) D'après Hausser et Vahle, le rayonnement biologique actif débute à $\lambda = 3200$ U. Å., a son maximum à 3000; et à $\lambda = 2800$ U. Å. n'a plus que 25 pour 100 de son activité maxima.

d'intervalle et qu'elles ne donnaient pratiquement du courant ni dans l'obscurité ni sous l'influence d'une lumière dont $\lambda > 3950$ U.Å.; nous avons constaté également qu'elle ne présentait ni fatigue ni inertie, et qu'enfin le courant transmis était proportionnel à l'intensité actinique, celle-ci variant dans une proportion de 1 à 200.

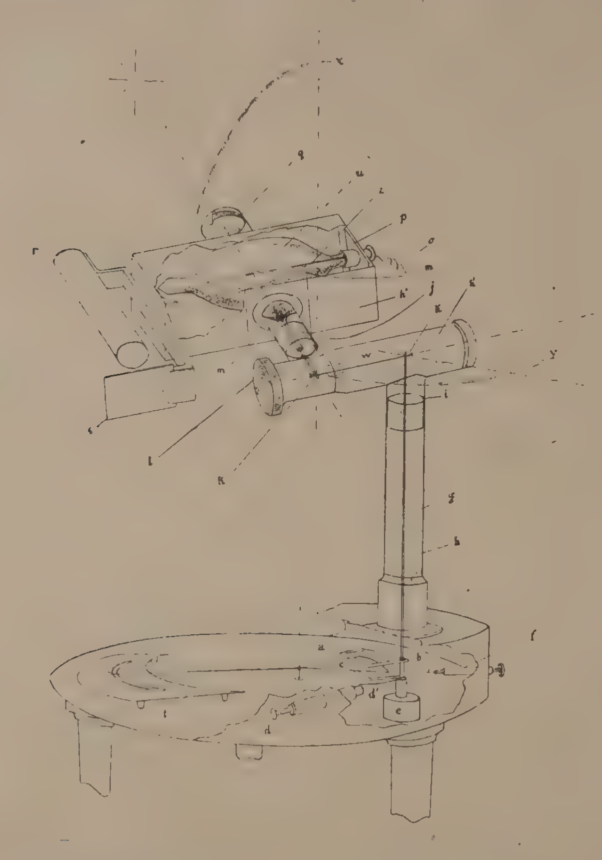
Au lieu d'exposer la cellule directement à la lumière, nous avons préféré l'entourer d'une gaine métallique; ceci offre des avantages non seulement pour des raisons mécaniques, mais permet encore d'éviter les troubles électrostatiques pouvant provenir des corps avoisinants. En outre, étant donné que l'intensité du courant fourni par la cellule varie avec le plan de polarisation de la lumière incidente, nous avons dû chercher un plan et un degré de polarisation toujours identiques en adaptant une lentille convergente en quartz projetant l'image de la source sur la cellule montée en chambre noire.

Enfin nous avons disposé un viseur qui permet de viser la source sous un angle défini et de projeter son image *toujours sur une même plage de la cellule.*

Cette plage sera, dans le cas de l'actinométrie du soleil, toujours de même surface. Lorsqu'il s'agit de sources artificielles, une mise au point de la lentille permet de couvrir également des plages d'égales dimensions.

Construction. — Une minuscule machine statique d fournit la charge électrique négative; en poussant la manette d' on communique cette charge directement au cadran a, lequel est monté sur un support isolant e; l'aiguille c est immédiatement attirée et indique le voltage sur son échelle, disposée au-dessous. En manœuvrant la petite manette f on peut, par de faibles décharges successives, ramener l'aiguille à une division définie, c'est-à-dire opérer exactement au potentiel voulu. La tige métallique g, maintenue par l'isolant i, fait contact avec le secteur au point b autour duquel elle pivote. Une autre tige verticale w pivote à son tour dans les orifices k, k' et assure ainsi le contact entre la cathode m de la cellule u et le secteur de l'électromètre a. La borne o, maintenue dans une pièce isolante p, sert de sortie pour l'anode z et se trouve reliée au sol dans les montages ordinaires. La lentille en quartz q permet de concentrer les rayons sur le fond de la cellule. Des montures h, h' et h'' assurent la protection électrostatique complète; elles sont susceptibles de tourner respectivement dans les plans x et y, ce qui permet à l'opérateur de diriger la lentille sur un point voulu de l'espace, et ceci, sans déplacer l'électromètre ni modifier sa capacité électrostatique; cette dernière circonstance est du reste aisée à vérifier, car lorsque l'électromètre est chargé les déplacements du dispositif h, h'' et h' ne provoquent point de variations dans la position de l'aiguille. Enfin le viseur composé d'un tube r à parois minces et d'une plaque dépolie s permet le pointage; quand les rayons solaires sont rigoureusement

perpendiculaires à la surface de la lentille, l'ombre du tube r sur le dépoli s apparaît comme un anneau très fin.



Maniement. — Après avoir chargé l'électromètre au moyen du chargeur dd' et après l'avoir ramené au moyen du régleur f au potentiel voulu, on dirige la lentille à l'aide du viseur sur le soleil, on la découvre et l'on chronomètre le temps nécessaire pour obtenir un déplacement convenable de l'aiguille.

Sensibilité. — La capacité de l'électromètre seul ne dépasse pas 2 U.E.S. Le dispositif complet, la cellule montée, a une capacité de 22 U.E.S. La sensibilité à la tension correspond en moyenne à 1 div. (1^{mm} env.) = 0,7 volt. Ainsi un déplacement d'aiguille de 1 div. à la seconde correspond à 5×10^{-3} U.E.S., soit à $1,5 \times 10^{-12}$ ampère environ. Avec cet instrument, un ruban de magnésium long de 10^{cm} (poids 58^{mg}, largeur $2^{mm},8$, épaisseur $0,15^{mm}$), brûlé à 40^{cm} de distance, donne un déplacement d'aiguille de l'ordre de 10 div. en 25 secondes et le soleil de novembre (1923), à Paris, au ciel pur, vers midi, de l'ordre de 10 div. en 100 secondes.

CHIMIE ORGANIQUE ET BIOLOGIQUE. — *Action de l'hydrazine sur l'uracyle et la thymine.* Note de MM. **R. Fosse**, **A. Hieulle** et **Lawrence-W. Bass**, présentée par M. Roux.

1. *Tandis que l'hydrazine se fixe sur l'hydantoïne ou l'allantoïne en ouvrant la chaîne fermée pour donner l'hydrazide de l'acide hydantoïque ou allantoïque* (R. Fosse, Ph. Hagène et R. Dubois) (¹) :

$$\begin{matrix} R.CH - NH \\ | \\ CO - NH \end{matrix}\!\!\!>\!CO \;+\; NH^2 - NH - H \rightarrow NH^2.NH.CO.\overset{R}{\overset{|}{C}}H.CO.NH^2,$$

elle réagit par substitution sur le noyau pyrimidique de l'uracyle en produisant de l'urée et un autre composé hétérocyclique, la pyrazolone.

Dans cette réaction nouvelle, le radical de l'urée .NH.CO.NH. *est déplacé par le radical de la base de Curtius* .NH.NH. :

$$CH\!\!\begin{matrix} \diagup CH-NH \\ \diagdown CO-NH \end{matrix}\!\!>\!CO + \begin{matrix} H-NH \\ | \\ H-NH \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} NH^2 \\ NH^2 \end{matrix}\!\!>\!CO + CH\!\!\begin{matrix} \diagup CH-NH \\ | \\ \diagdown CO-NH \end{matrix} \quad \text{ou} \quad CH^2\!\!\begin{matrix} \diagup CH=N \\ | \\ \diagdown CO-NH \end{matrix}$$

a. Le xanthydrol, qui se combine aux dérivés de l'hydrazine : semicarbazine, phénylhydrazine (R. Fosse), diméthylphénylpyrazolone (R. Fabre), possède aussi la faculté de s'unir à la pyrazolone elle-même. *Comme l'urée, la pyrazolone est transformée en un dérivé dixanthylé, cristallisé, spécifique, résultant de l'élimination de deux molécules d'eau entre une molécule de pyrazolone et deux molécules de xanthydrol :*

$$C^4H^4O^2N^2 + 2\,CHOH\!\begin{matrix} \diagup C^6H^4 \diagdown \\ \diagdown C^6H^4 \diagup \end{matrix}\!O = 2\,H^2O + C^4H^2O^2N^2\left[CH\!\begin{matrix} \diagup C^6H^4 \diagdown \\ \diagdown C^6H^4 \diagup \end{matrix}\!O\right]^2.$$

La dixanthylpyrazolone peut être représentée par l'une ou l'autre des formules

$$CH\!\!\begin{matrix} \diagup CH - N - CH\!\begin{matrix} \diagup C^6H^4 \diagdown \\ \diagdown C^6H^4 \diagup \end{matrix}\!O \\ \qquad\;\; | \\ \diagdown CO - N - CH\!\begin{matrix} \diagup C^6H^4 \diagdown \\ \diagdown C^6H^4 \diagup \end{matrix}\!O \end{matrix}$$

(¹) R. Fosse, Ph. Hagène et R. Dubois, *Comptes rendus*, t. 178, 1924, p. 578.

ou

$$O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH - CH\left\langle\begin{matrix}CH = N\\ \quad\ |\\CO - N - CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O\end{matrix}\right.$$

b. Séparation de l'urée et de la pyrazolone sous la forme de leurs dérivés xanthylés. — On chauffe, 1 heure au bain-marie bouillant, l'uracyle ($0^g,1$) et l'hydrate d'hydrazine ($0^{cm^3},3$). Le mélange, additionné d'eau (10^{cm^3}) et d'acide acétique (10^{cm^3}), reçoit, goutte à goutte, en agitant, une solution acétique de xanthydrol à $\frac{1}{10}$ (10^{cm^3}). Le précipité blanc, caséeux, qui se produit presque aussitôt, essoré le lendemain, lavé à l'alcool, est épuisé à plusieurs reprises avec de l'acétone bouillante au reflux.

Par cristallisation du résidu dans la pyridine chaude, on obtient la dixanthylurée, pure, en filaments incolores, fondant après plusieurs minutes de chauffage au sein de la vapeur d'oxyde de phényle en ébullition.

Les liqueurs acétoniques, concentrées, déposent, après quelque temps, la dixanthyl-pyrazolone, qu'on purifie par plusieurs cristallisations dans le même solvant.

Analyse. — Trouvé : N pour 100, 6,43; 6,42. Calculé pour $C^{29}H^{30}O^3N^2$: N pour 100, 6,30.

Point de fusion : par très lent chauffage, tube étroit, coloration vers 195° et fusion en liquide rouge foncé de 210° à 213° (n. c.).

c. Préparation de la dixanthyl-pyrazolone en partant de la pyrazolone. — La pyrazolone, découverte par Ruhemann [1], préparée par nous d'après la méthode de Knorr [2], forme avec le xanthydrol un dérivé dixanthylé identique au corps précédemment isolé dans l'action successive de l'hydrazine sur l'uracycle et du xanthydrol sur le produit qui en résulte.

Analyse. — Trouvé : N pour 100, 6,42; 6,44. Théorie pour $C^{29}H^{30}O^3N^2$: N pour 100, 6,30.

Point de fusion : coloration vers 195°, fusion 210°-213°.

d. Isolement de la pyrazolone formée dans la réaction de l'hydrazine sur l'uracyle. — Le produit, résultant du chauffage de l'uracyle (2^g) et de l'hydrate d'hydrazine ($3^{cm^3},5$), 1 heure 30 minutes, au bain-marie bouillant, additionné ensuite d'alcool absolu (30^{cm^3}), reçoit SO^4H^2 à $\frac{1}{20}$ dans le même solvant, jusqu'à ce qu'il ne se précipite plus de sulfure d'hydrazine. La liqueur, débarrassée de l'excès de SO^4H^2 par du gaz NH^3, sec, à refus, filtrée, placée dans le vide sulfurique, laisse un résidu, qu'on épuise avec de l'éther absolu, à l'ébullition au reflux. Après concentration et recristallisation dans le même solvant, on obtient des cristaux microscopiques blancs, groupés, possédant toutes les propriétés de la pyrazolone de Ruhemann.

2. *La thymine* ($0^g,1$), *traitée d'abord par l'hydrate d'hydrazine* ($0^{cm^3},6$, 4 heures au bain-marie), *puis, par le xanthydrol, en milieu acétique, donne,*

---

(1) Ruhemann, *Berichte*, t. 27, p. 1662.

(2) Knorr, *Berichte*, t. 29, p. 253.

comme l'uracyle, deux composés dixanthylés dérivant : l'un, de l'urée; l'autre, d'un corps de même formule que la méthylpyrazolone inconnue

$$CH^3.C\begin{matrix}\diagup CH - NH \diagdown \\ \diagdown CO - NH \diagup\end{matrix}CO + \begin{matrix}H - NH \\ | \\ H - NH\end{matrix} \rightarrow \begin{matrix}NH^2 \diagdown \\ NH^2 \diagup\end{matrix}CO + CH^3.C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup CH - NH \\ | \\ \diagdown CO - NH\end{matrix}$$

ou

$$CH^3.CH\begin{matrix}\diagup CH = N \\ | \\ \diagdown CO - NH\end{matrix}.$$

a. Le produit brut de l'action du xanthydrol, exactement préparé comme celui dérivé de l'uracyle, soigneusement privé d'acide acétique par agitation avec l'eau, traité par l'acétone bouillante, se dissout partiellement en laissant la dixanthylurée, qu'on obtient pure par cristallisation de la pyridine. La solution acétonique, concentrée abandonne des cristaux groupés, fondant après deux nouvelles cristallisations, vers 202°, en un liquide faiblement teinté en jaune.

Analyses de la dixanthylméthylpyrazolone.

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Théorie pour $C^{30}H^{22}O^3N^2$.
C pour 100......	78,35	»	78,60
H »	5,28	»	4,80
N »	6,15	6,21	6,11

Analyse de la dixanthylurée.

	Trouvé.	Théorie pour $C^{27}H^{20}O^3N^2$.
N pour 100............	6,64	6,66

b. La dixanthylméthylpyrazolone se forme aussi en traitant par le xanthydrol acétique le produit brut de l'action de l'hydrazine sur le formylpropionate d'éthyle.

Analyse. — Trouvé : N pour 100, 6,08; 6,05. Théorie pour $C^{30}H^{22}O^3H^2$: N pour 100, 6,11.

Point de fusion : 202°.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur une méthode de mesure de l'activité d'une laccase.* Note de M. **Paul Fleury**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Les recherches fondamentales de G. Bertrand [1] ont montré que la laccase devait être considérée comme le premier représentant d'une classe de diastases, susceptibles de fixer directement l'oxygène gazeux sur divers corps organiques, auxquelles il a donné le nom d'oxydases.

Ces oxydases ont donné lieu à de nombreux travaux mais, parmi ceux-ci, les recherches destinées à vérifier dans quelle mesure elles obéissaient aux lois générales qui règlent les transformations diastasiques (travaux de Medwedew, Slowtzoff, Chodat, Bach, Bunzell, etc.) ont donné des renseignements assez souvent imprécis et parfois contradictoires.

Méthode d'étude. — La méthode employée dans nos recherches repose sur les faits suivants :

1° Le gaïacol constitue un réactif sensible (E. Bourquelot) et spécifique (G. Bertrand) de la laccase.

2° L'oxydation du gaïacol par l'oxygène de l'air en présence de la laccase, donne lieu à la formation d'un corps de constitution connue : la tétragaïacoquinone (G. Bertrand).

3° La gaïacoquinone, produite dans ces conditions, sous forme de solution colloïdale, est entièrement extractible par le chloroforme et sa solution chloroformique est susceptible de se prêter, dans certaines conditions, à un bon dosage colorimétrique en prenant, comme terme de comparaison, une solution aqueuse centinormale d'iode. Cette dernière solution équivaut à la concentration de $56^{mg},5$ de gaïacoquinone dans un litre de chloroforme.

4° Ce dosage colorimétrique est applicable, dans certaines conditions, à l'étude de la laccase, car, d'une part, l'oxydation du gaïacol peut être totale (la réaction est régulière et elle a lieu avec un rendement qui peut atteindre 95 pour 100) et, d'autre part, le ferment ne paraît pas s'altérer sensiblement au cours de la réaction dans les conditions où nous opérons.

Mode opératoire. — Le mode opératoire, très simple, consiste à soumettre à l'action d'un courant d'air dans un barboteur spécial, placé dans un thermostat, 10^{cm^3} d'une

---

[1] G. Bertrand, *Recherches sur la laccase, nouveau ferment soluble à propriétés oxydantes* (*Ann. Phys. et Chim.*, 7e série, t. 12, 1897, p. 115-140).

solution de gaïacol additionnée de laccase. Au bout d'un temps donné, la gaïacoquinone est extraite par agitation avec 10^{cm^3} de chloroforme et dosée colorimétriquement.

La préparation de laccase utilisé était extraite, par précipitation fractionnée au moyen de l'acétone, du latex de l'arbre à laque du Tonkin qui, précisément, a servi à G. Bertrand pour ses recherches primitives.

Résultats. — En possession d'une méthode de mesure dont nous connaissions ainsi la valeur, nous avons examiné d'abord si les lois de proportionnalité qui relient les quantités de substrat transformées, d'une part à la durée d'action, d'autre part aux quantités de ferment, se retrouvaient pour la laccase.

Nous avons donc soumis à l'action d'un courant d'air d'une vitesse suffisante (10 à 15 litres à l'heure) une solution aqueuse de gaïacol de concentration convenable (1 pour 100) à réaction optimum ($p_H = 6,7$) placée à une température constante ($+30^\circ$) en employant des quantités variables de notre préparation de laccase pendant des temps variables.

Dans le tableau ci-dessous, nous avons calculé à l'aide des résultats obtenus, la valeur du rapport $\frac{Q}{FT}$ (Q = quantité de gaïacoquinone formée au bout de temps T en présence du poids donné de ferment F). C'est le poids de gaïacoquinone (exprimé en *dixième de milligrammes*) produit en *une* minute en présence de *un* centigramme de laccase.

Si les lois de proportionnalité étaient respectées, la valeur de ce rapport pourrait servir à mesurer l'*activité* A de la laccase dans les conditions de nos expériences. Il exprimerait dans ce cas, en première approximation, la vitesse relative de la réaction.

Laccase : en milligrammes.	Temps en minutes						
	1,25.	2,50.	5.	10.	20.	40.	80.
0,5	»	»	»	4,36	6,10	7,70	7,84
1	»	»	5,96	5,71	7,02	8,20	7,71
2	»	»	5,37	6,32	7,27	6,90	5,71
10	2,96	3,72	4,34	6,07	6,22	6,20	»
20	2,32	2,49	3,32	4,60	4,09	»	»

Si nous examinons pour *chaque poids de laccase* la variation d'activité en *fonction du temps* on voit qu'il y a, dans chaque cas, pour des temps moyens une *période de constance* relative précédée d'une période d'établissement et suivie d'une période de décroissance.

Pour les variations de cette même activité en *fonction des quantités de laccase*, on constate d'une façon très nette que la valeur maximum du rapport est d'*autant plus élevée* (sauf pour $0^{mg},5$ de laccase) que la quantité de laccase mise en œuvre est *plus petite*.

Cette particularité est due peut-être à ce que, contrairement à ce que nous pensions, nos expériences ne sont pas exactement comparables. En effet en faisant varier les quantités de laccase, on fait aussi varier les quantités d'impuretés qui l'accompagnent. Il faut probablement faire intervenir aussi les variations dans la consommation de l'oxygène dissous, dont le ravitaillement n'est plus aussi bien assuré dans le cas de quantités relativement grandes de laccase.

Conclusions. — 1° Au point de vue général, on retrouve donc pour la laccase *entre certaines limites* de temps et de concentration en laccase, la *loi de proportionnalité linéaire* qui, pour les diastases, lie la quantité de matière transformée au temps et à la quantité du ferment.

2° Au point de vue pratique, il est donc possible, *dans ces limites*, de *chiffrer l'activité* d'une préparation de laccase.

Cette méthode nous a permis d'étudier les principales lois d'action de la laccase.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Dosage des corps cétoniques et de l'acide β-oxybutyrique dans l'urine des diabétiques*. Note de M. **H. Bierry** et Mlle **L. Moquet**, présentée par M. Moureu.

Le dosage des corps cétoniques : acétone et acide acétylacétique et de l'acide cétogène : β-oxybutyrique, dans l'urine des diabétiques, présente un grand intérêt au cours du traitement.

L'évaluation de ces deux classes de composés se ramène à un dosage d'acétone : l'acide diacétique se transformant en acétone pendant la distillation des liquides, et l'acide β-oxybutyrique donnant également de la diméthylcétone par l'oxydation qu'on lui fait subir en milieu sulfochromique.

Cette dernière méthode préconisée par Shaffer (1908) est l'application de la réaction indiquée par Minkowski :

$$CH^3-CHOH-CH^2-COOH+O=CH^3-CO-CH^3+CO^2+H^2O.$$

Un grand nombre d'auteurs ont employé cette oxydation sulfochromique en modifiant soit le temps d'oxydation, soit la méthode de détermination de l'acétone : Shaffer et Marriott, Embden, Kennavay, Hurtley, Van Slyke, Engfeldt, Hubbard etc.

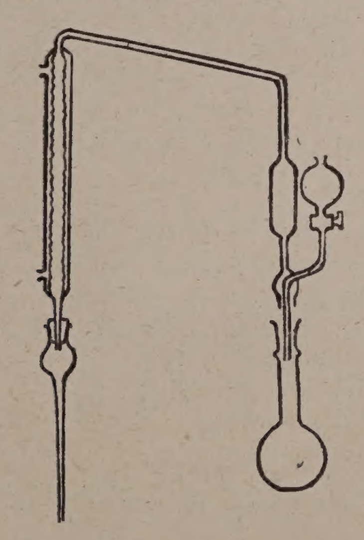
Tenant compte des diverses critiques et remarques de ces auteurs, l'un de nous [1] a mis au point une technique qui est une application des procédés de Van Slyke [2] et surtout de Hubbard [3]. Les opérations sont effectuées dans un appareil spécial [4] (étanchéité parfaite, grâce à une garde de SO^4H^2; suppression des bouchons de liège et de caoutchouc; régularisation de la distillation) inspiré de celui de A. Desgrez pour le dosage du carbone total.

Voici son application à l'urine des diabétiques :

1° *Défécation de l'urine.* — On utilise le moyen indiqué par Van Slyke.

Dans un matras jaugé de 250^{cm^3}, on introduit 25^{cm^3} d'urine, 100^{cm^3} d'eau, 50^{cm^3} d'une solution de SO^4Cu à 20 pour 100, et par fraction un lait de chaux à 10 pour 100 jusqu'à réaction nettement alcaline, marquée par l'apparition d'une teinte bleue. Le filtrat ne doit pas réduire la liqueur de Fehling.

2° *Distillation de l'acétone provenant des corps cétoniques.* — On introduit dans



le ballon de l'appareil 25^{cm^3} de filtrat [5] et un peu de pierre ponce. Dans ce ballon mis en place, on verse, par l'entonnoir à robinet, successivement : 130^{cm^3} d'eau distillée

---

(1) DESGREZ, BIERRY et F. RATHERY, *Bull. Acad. Médecine*, 17 avril 1923.

(2) *Journ. of biol. Chemistry*, t. 32 1917, p. 455 et 495.

(3) *Journ. of biol. Chemistry*, t. 49, 1915, p. 353.

(4) Construit par la maison : Société Le Pyrex.

(5) Suivant les richesses des urines on peut prendre 25, 50 ou 75^{cm^3} de filtrat en diminuant d'autant la quantité d'eau qui doit être ajoutée. Il suffit que la prise ne renferme pas plus de $0^g,025$ d'acide β-oxybutyrique.

et 20^{cm^3} d'une solution aqueuse de SO^4H^2 pur à 25 pour 100 (en volumes). On distille 10 à 12 minutes de façon à recueillir 45^{cm^3} à 50^{cm^3} de distillat A.

3° *Oxydation de l'acide β-oxybutyrique.* — Dans le liquide débarrassé des corps cétoniques, maintenu à l'ébullition, on introduit par l'entonnoir à robinet, un mélange de 22^{cm^3} de solution aqueuse de SO^4H^2 à 50 pour 100 (en volumes) et 26^{cm^3} de bichromate de K (purifié par deux cristallisations, puis fondu) à $0^g,15$ pour 100. Le mélange est versé, sans interrompre l'ébullition, ce qui demande un peu moins d'une minute. Grâce à la ponce l'ébullition peut être maintenue assez vive et très régulière. Au bout de 10 minutes de distillation, on introduit à nouveau 50^{cm^3} de solution de bichromate avec les mêmes précautions. On fait ainsi trois additions successives, de 10 minutes en 10 minutes de 50^{cm^3} de solution oxydante. La distillation est continuée un quart d'heure après la dernière addition et l'on recueille 200^{cm^3} à 220^{cm^3} de distillat B. L'oxydation dure trois quarts d'heure.

4° *Dosages.* — Les distillats A et B, recueillis avec les précautions nécessaires pour éviter les pertes d'acétone (Marriott), additionnés des eaux de lavage, sont redistillés en présence de $0^g,50$ de peroxyde de sodium. Sur les distillats A′ et B′, provenant de A et B, on détermine iodométriquement l'acétone [1]. Une correction de 16 pour 100 par addition doit être faite dans le cas de l'acide β-oxybutyrique pour l'acétone qui n'est pas retrouvée, en utilisant le mode opératoire que nous indiquons.

Dans ces conditions : 1^{cm^3} d'iode $\frac{N}{10}$ correspond à $0^{mg},968$ d'acétone et $2^{mg},069$ d'acide β-oxybutyrique.

Dans la méthode de Van Slyke, on dose l'acétone, préformée ou provenant de l'acide diacétique, par le complexe qu'elle forme à l'ébullition en présence de sulfate mercurique en solution sulfurique ; on dose également par sa combinaison mercuro-chromique l'acétone provenant de l'oxydation sulfochromique de l'acide β-oxybutyrique. Comme on ne retrouve ainsi que 75 pour 100 de l'acétone théorique, Van Slyke a dû donner des facteurs spéciaux par lesquels il faut multiplier les poids des précipités obtenus pour les transformer en poids d'acétone, d'acide β-oxybutyrique, ou de corps « acétoniques totaux ».

Bien que nous ayons déjà comparé les deux méthodes, nous avons tenu à faire de nouveaux dosages comparatifs. Ces dosages ont porté : 1° sur des solutions d'acide β-oxybutyrique purifié (pureté constatée par le dosage du carbone, le pouvoir rotatoire, etc.) ; 2° sur des échantillons d'acides commerciaux non purifiés (Kahlbaum, etc.) ; 3° sur des urines diabétiques renfermant des quantités variables de corps cétoniques et d'acide β-oxybuty-

---

(1) Il est indispensable d'essayer les réactifs par un dosage à blanc. Une seule distillation, dans ces conditions, ne serait pas suffisante pour un dosage rigoureux.

rique ; 4° enfin sur des urines, dont on avait déterminé la teneur préalable en acide β-oxybutyrique, qu'on additionnait de poids connus d'acide pur.

Les chiffres obtenus par l'une et l'autre méthode sont sensiblement les mêmes quand on opère sur des solutions d'acide pur; il n'en est plus ainsi avec les solutions d'acides commerciaux, les poids trouvés avec la méthode de Van Slyke sont plus élevés, dépassant parfois le poids d'acide ajouté. Certaines urines diabétiques donnent des chiffres assez voisins, qu'on utilise l'une ou l'autre méthode, d'autres des chiffres plus forts avec le procédé de Van Slyke. Ces divergences tiennent à ce que certaines substances, pouvant exister en plus ou moins grandes quantités dans l'urine des diabétiques : acide lactique, acide formique, aldéhydes, créatine, etc. sont susceptibles d'apporter, comme nous nous en sommes assurés, des perturbations soit dans le dosage de l'acétone, soit dans celui de l'acide β-oxybutyrique, parfois dans les deux si l'on a recours au dosage des « corps acétoniques totaux ». Les erreurs par excès dues à ces corps ne peuvent être évitées dans le procédé Van Slyke; elles peuvent l'être, en partie sinon en totalité, en utilisant la première méthode si l'on a soin de redistiller les liqueurs en présence d'oxydants sans action sur l'acétone présente. Nous ne pouvons entrer ici dans ces détails.

Les dosages doivent être pratiqués sur des urines de fraîche date et additionnées à l'émission de SO^4Cu en poudre, si l'on veut éviter des erreurs importantes.

Conclusion. — La méthode décrite, application des procédés de Van Slyke et Hubbard, peut être utilisée pour les dosages courants des corps cétoniques et de l'acide β-oxybutyrique dans l'urine des diabétiques.

A $16^h 30^m$ l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 17^h.

É. P.

ERRATA.

(Séance du 4 février 1924.)

Note de M. *Ph. Glangeaud*, Le bassin hydrominéral de Saint-Nectaire (Puy-de-Dôme); ses dislocations et son cadre volcanique :

Page 538, ligne 8, *au lieu de* sud, *lire* nord; ligne 6, *au lieu de* Mageyres, *lire* Mazeyres.

Page 540, ligne 14, *au lieu de* par un escarpement, *lire* sous la forme d'un escarpement; ligne 16, *au lieu de* Puy de Mageyres, *lire* Puy de Mazeyres.

(Séance du 11 février 1924.)

Note de M. *Louis Breguet*, Sur la résultante aérodynamique d'un planeur soumis à des pulsations aériennes verticales :

Page 624, formule (5), *au lieu de* V (au numérateur), *lire* v; formules (6) et (9), *au lieu de* V_M, *lire* v_M; ligne 15, *au lieu de* équation (5), *lire* équation (6); dernière ligne, *au lieu de* c_x, *lire* c'_x.

Page 625, ligne 24, *au lieu de* pour une période de 1″, *lire* pour une période de 1 seconde.

Dans le titre, *au lieu de* planteur, *lire* planeur.